

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aeromobile
Cessna 650 marche di identificazione I-FEEV,
in località Trigoria Roma,
7 febbraio 2009

INDICE

INDICE	1
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA	3
GLOSSARIO	4
PREMESSA	6
CAPITOLO I - INFORMAZIONI SUI FATTI	7
1. GENERALITÀ	7
1.1. STORIA DEL VOLO	7
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE	8
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE	8
1.4. ALTRI DANNI	8
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE	8
1.5.1. Equipaggio di condotta	8
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE	11
1.6.1. Informazioni generali	11
1.6.2. Informazioni specifiche	12
1.6.3. Informazioni supplementari	13
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	22
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE	24
1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio	24
1.8.2. Sistemi disponibili a bordo	25
1.8.3. Altre informazioni	25
1.9. COMUNICAZIONI	26
1.9.1. Servizio mobile	26
1.9.2. Servizio fisso	27
1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni	27
1.9.4. Tracciati radar	29
1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO	32
1.11. REGISTRATORI DI VOLO	33
1.11.1. Generalità	33
1.11.2. Stato di rinvenimento	34
1.11.3. Estrazione dei dati dai registratori	35

1.11.4.	Estrazione dei dati dal FDR	36
1.11.5.	Individuazione e valutazione dei dati registrati	36
1.11.6.	Estrazione dei dati dal CVR	42
1.11.7.	Trascrizione dei dati registrati dal CVR	43
1.11.8.	Evidenze rilevate dai dati registrati dal CVR	47
1.12.	INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO	49
1.12.1.	Luogo dell'incidente	49
1.12.2.	Tracce al suolo e distribuzione dei rottami	50
1.12.3.	Esame del relitto	53
1.12.4.	Avarie connesse con l'evento	56
1.13.	INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	57
1.14.	INCENDIO	57
1.15.	ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA	58
1.16.	PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	58
1.17.	INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI	59
1.18.	INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	61
1.19.	TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI	66
CAPITOLO II - ANALISI		67
2.	GENERALITÀ	67
2.1.	FATTORE TECNICO	67
2.2.	FATTORE AMBIENTALE	68
2.3.	FATTORE UMANO	68
CAPITOLO III - CONCLUSIONI		81
3.	GENERALITÀ	81
3.1.	EVIDENZE	81
3.2.	CAUSE	85
CAPITOLO IV - RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA		87
4.	RACCOMANDAZIONI	87

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 commi 1 e 4 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, comma 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, comma 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, comma 2, regolamento UE n. 996/2010).

N.B. L'incidente oggetto della presente relazione d'inchiesta è occorso in data precedente l'entrata in vigore del regolamento UE n. 996/2010. Alla relativa inchiesta (già denominata "tecnica") è stata conseguentemente applicata la normativa previgente il citato regolamento UE n. 996/2010.

GLOSSARIO

(A): Aeroplane.

ACC: Area control center, centro di controllo di area

ADF: Automatic Direction Finder.

AIP: Aeronautical Information Publication, Pubblicazione di informazioni aeronautiche.

ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.

AP: AutoPilot, autopilota.

APP: Approach control office o Approach control o Approach control service, Ufficio di controllo di avvicinamento o Controllo di avvicinamento o Servizio di controllo di avvicinamento.

APU: Auxiliary Power Unit.

ATC: Air Traffic Control, controllo del traffico aereo.

ATPL: Airline Transport Pilot Licence, licenza di pilota di linea.

ATZ: Aerodrome Traffic Zone, Zona di traffico aeroportuale.

CAE: Centro addestramento equipaggi.

CFIT: Controlled Flight Into or Toward Terrain.

COA: certificato di operatore aereo.

CRM: Crew Resource Management.

CSMU: Crash Survivable Memory Unit.

CTR: Control Zone, spazio aereo di tipo controllato.

CVR: Cockpit Voice Recorder, registratore delle comunicazioni, delle voci e dei rumori in cabina di pilotaggio.

DME: Distance Measuring Equipment, apparato misuratore di distanza.

EADI: Electronic Attitude Director Indicator.

EFIS: Electronic Flight Instrument System, sistema di strumentazione integrata di bordo di tipo elettronico

EHSI: Electronic Horizontal Situation Indicator.

EMS: Emergency Medical Service.

ENAC: Ente nazionale per l'aviazione civile.

ENAV SPA: Società nazionale per l'assistenza al volo.

FD: Flight Director.

FDR: Flight Data Recorder, registratore analogico di dati di volo.

FL: Flight Level, livello di volo.

FMS: Flight Management System.

FSTD: Flight Simulation Training Device.

FT: foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.

GPS: Global Positioning System, sistema di posizionamento globale.

GPWS: Ground Proximity Warning System, sistema di avviso di prossimità al terreno.

HPA: hectopascal, unità di misura della pressione pari a circa un millesimo di atmosfera.

IAS: Indicated Air Speed, velocità indicata rispetto all'aria.

IFPS: Integrated Initial Flight Plan Processing System.

IFR: Instrument Flight Rules, regole del volo strumentale.

ILS: Instrument Landing System, sistema di atterraggio strumentale.

IMC: Instrument Meteorological Conditions, condizioni meteorologiche di volo strumentale.

IR: Instrument Rating, abilitazione volo strumentale.

KIAS: IAS espressa in nodi (kt).

KT: knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.

L: Locator, radiofaro locatore.

LT: Local Time.

MCA: Minimum Crossing Altitude, quota minima di attraversamento.

MCC: Multi Crew Coordination.
MCL: Minimum Crossing Level, livello minimo di attraversamento.
ME: Multi Engine.
MEL: Minimum Equipment List.
MEP: Multi Engine Piston.
METAR: Aviation routine weather report, messaggio di osservazione meteorologica di routine.
MHZ: megahertz.
MMO: Mach Maximum Operating.
MP: Multi Pilot.
MPA: Multi Pilot Airplane.
MPI: Major Periodic Inspection.
MRT: Multi Radar Tracking, tecnica che consente l'inseguimento di bersagli rilevati da due o più sensori, fornendo univoche informazioni posizionali di traccia in tutta l'area di servizio.
MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.
NDB: Non-Directional radio Beacon, radiofaro direzionale.
NLG: Nose Landing Gear, carrello anteriore.
NM: nautical miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).
NOTAM: Notice To Air Men, avvisi per il personale interessato alle operazioni di volo.
NTSB: National Transportation Safety Board (autorità investigativa statunitense per la sicurezza dei trasporti).
PCM: Pulse Code Modulation.
PF: Pilot Flying, pilota che aziona i comandi.
P/N: Part Number.
PNF: Pilot Not Flying, pilota che assiste il PF.
QDR: rilevamento magnetico in allontanamento rispetto ad una radioassistenza.
QNE: valore letto sull'altimetro di bordo di un aeromobile, avendo inserito nella subscale dell'altimetro, tarato secondo l'atmosfera tipo ICAO, il valore di 1013,25 hPa.
QNH: regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto.
RNAV: Area Navigation
SEP: Single Engine Piston.
SFE: Synthetic Flight Examiner.
SFI: Synthetic Flight Instructor.
SID: Standard Instrument Departure, procedura di partenza strumentale standard.
S/N: Serial Number.
TAS: True Air Speed, velocità vera all'aria.
TRE: Type Rating Examiner.
TRI: Type Rating Instructor.
TRTO: Type Rating Training Organization.
TWR: Aerodrome Control Tower, Torre di controllo dell'aeroporto.
ULB: Underwater Locator Beacon.
UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
VHF: Very High Frequency (from 30 to 300 MHz), altissima frequenza (da 30 a 300 MHz).
VMO: Velocity Maximum Operating.
VI: velocità di decisione.
VNAV: Vertical Navigation.
VOR: VHF Omnidirectional radio Range, radiosentiero omnidirezionale in VHF.
VR: velocità di rotazione.

PREMESSA

L'incidente è occorso il 7 febbraio 2009, intorno alle ore 05.00' UTC (06.00' locali), in località Trigoria (Roma), ed ha interessato l'aeromobile tipo Cessna 650 marche di identificazione I-FEEV.

L'aeromobile impattava il suolo dopo circa tre minuti dal decollo avvenuto dall'aeroporto di Roma Ciampino con destinazione Bologna. Nel corso dell'evento l'aeromobile andava completamente distrutto e i due membri dell'equipaggio perdevano la vita.

L'ANSV è stata immediatamente informata dell'incidente dall'ENAV SpA.

L'ANSV ha raggiunto il luogo dell'incidente nell'arco di un'ora dal suo accadimento, per effettuare il sopralluogo operativo.

L'ANSV ha provveduto ad inviare la notifica dell'incidente, in accordo alla normativa internazionale in materia (Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale), all'autorità investigativa statunitense per la sicurezza dei trasporti (NTSB), in rappresentanza dello Stato di progettazione e costruzione dell'aeromobile, che ha provveduto ad accreditare un proprio rappresentante nell'inchiesta condotta dall'ANSV e si è avvalso della collaborazione di propri consulenti, così come previsto dalla sopra menzionata normativa.

Sull'incidente in questione anche l'autorità giudiziaria ha avviato una indagine, disponendo il sequestro del relitto dell'aeromobile e dei relativi apparati.

Tutti gli orari riportati nella presente relazione d'inchiesta, se non diversamente specificato, sono espressi in ora UTC, che, alla data dell'evento, corrispondeva all'ora locale meno un'ora.

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

Il giorno 7 febbraio 2009, alle ore 00.59', la società Avionord di Milano (che organizza voli sanitari avvalendosi, oltre che dei propri aeromobili, anche di quelli di altre imprese di trasporto aereo titolari di COA) riceveva dal Servizio sanitario di urgenza ed emergenza 118 di Bologna una richiesta per l'effettuazione di un volo Bologna-Cagliari-Bologna. Il volo prevedeva il trasferimento di una équipe medica in Sardegna per effettuare un espianto di organi, con rientro a Bologna per il successivo trapianto su di un paziente in attesa. La partenza dall'aeroporto di Bologna sarebbe dovuta avvenire tra le 06.00' e le 06.30' per cui, non avendo disponibilità di mezzi propri per tale ora, la società Avionord contattava altre imprese di trasporto aereo al fine di reperire un aeromobile idoneo. La società Air One Executive forniva la propria disponibilità ad effettuare il volo, per cui veniva informato l'Ufficio voli della Presidenza del Consiglio dei ministri che provvedeva ad assegnare il codice IT 0719/09 al programma operativo Ciampino-Bologna-Cagliari-Bologna per voli ambulanza da effettuarsi con l'aeromobile Cessna 650 marche I-FEEV.

Intorno alle ore 01.45' il personale operativo di Air One Executive completava i necessari coordinamenti con la società di *handling* di Ciampino per garantire l'assistenza all'aeromobile in partenza, con l'equipaggio che avrebbe dovuto effettuare il volo, con un tecnico di manutenzione che avrebbe dovuto effettuare l'ispezione giornaliera al velivolo prima della partenza e con l'aeroporto di Bologna per l'assistenza all'arrivo e successiva partenza.

Alle ore 04.22'47" l'equipaggio stabiliva il primo contatto radio con la locale TWR chiedendo il riposizionamento dell'aeromobile dallo *stand* G18, dove era parcheggiato, allo *stand* 407 per effettuare le operazioni di rifornimento carburante non consentite nell'area G dell'aeroporto di Roma Ciampino.

Alle ore 04.59'15" l'aeromobile decollava per pista 15 alla volta di Bologna, con il solo equipaggio a bordo composto da due persone (comandante e primo ufficiale).

Alle ore 05.02'16" l'aeromobile veniva rilevato per l'ultima volta dal sistema radar di Roma ACC e dopo circa mezz'ora i suoi resti venivano individuati in località Trigoria (Roma) con le due persone a bordo decedute.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

Lesioni	Equipaggio	Passeggeri	Totale persone a bordo	Altri
Mortali	2		2	
Gravi				
Lievi				
Nessuna				
Totali	2		2	

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

Nel corso dell'evento l'aeromobile è andato totalmente distrutto con elevato grado di frammentazione della struttura e dei motori.

1.4. ALTRI DANNI

Nel corso dell'incidente sono stati causati lievi danni alle coperture di alcune strutture agricole adibite ad allevamento di bovini, con ferimento e conseguente necessità di abbattimento di un paio di capi di bestiame. Alcuni rottami di piccole dimensioni sono ricaduti sui tetti di alcune abitazioni vicine, causando lievi danni.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

Comandante

Generalità: maschio, nazionalità italiana, 50 anni.

Licenza: ATPL (A) rilasciata da ENAC, in corso di validità.

Abilitazioni in esercizio: C650, C500/550/560, IR in corso di validità, radiotelefonia in lingua inglese.

Abilitazioni non in esercizio: DC9-80/MD88/MD90, Beech 400, MU-300, CL-215, B737/300-900, SEP (*land*), MEP (*land*).

Autorizzazioni: TRI (MPA)/SFI (A) su aeromobili C500/550/560 (scadenza 28.10.2009); TRI (MPA)/SFI (A) su aeromobili C650

(scadenza 5.7.2009); TRE/SFE su aeromobili C500/550/560 (scadenza 21.1.2011).

English proficiency level: livello 4 ICAO.

Controlli periodici: *proficiency check* C650 effettuato in data 17.3.2008 con esito favorevole; *line check* C650 effettuato in data 29.8.2008 con esito favorevole; *recurrent training ground course* effettuato dall'11 al 14 febbraio 2008.

Controllo medico: certificato medico di classe prima, in corso di validità.

Esperienza di volo del comandante: si veda tabella successiva.

Attività di volo	Totale	Sul tipo di a/m Cessna 650
Totale su velivoli	6077h 00'	877h 00'
Volo strumentale	dato non disponibile	876h 00'
Notturno	dato non disponibile	01h 00'
Ultimi 30 giorni	18h 23'	16h 20'
Ultimi 60 giorni	28h 40'	23h 53'
Ultimi 90 giorni	46h 18'	36h 58'

Storia professionale del comandante.

Alla data dell'incidente il comandante ricopriva, presso la società Air One Executive (esercente dell'aeromobile marche I-FEEV), anche l'incarico di direttore operazioni volo (*Flight Operation Postholder*) e di *Ground Operations Postholder*. Fino all'ottobre dell'anno precedente aveva ricoperto anche l'incarico di *Crew Training Postholder*.

Il comandante, inoltre, era anche istruttore presso il TRTO Air One, società presso cui l'esercente Air One Executive effettuava gli addestramenti per il proprio personale su aeromobili tipo C500/550/560 e su aeromobili tipo C650.

Egli aveva iniziato la sua attività lavorativa come pilota professionista nel 1992, all'età di 33 anni. Aveva conseguito la qualifica di comandante nel 1996 ed aveva svolto incarichi di *Training Postholder* presso altre società di aerotaxi tra il 2002 ed il 2004; successivamente, dal 2005, era stato assunto in Air One Executive.

Nella documentazione attestante l'addestramento, sia per quanto attiene la fase di abilitazione (*type rating*) sia nei successivi *recurrent training*, non è stato possibile reperire un *record* inerente la esecuzione di manovre al simulatore per la pratica di riconoscimento e rimessa da assetti inusuali.

Primo ufficiale

Generalità: maschio, nazionalità italiana, 35 anni.

Licenza: ATPL (A) rilasciata da ENAC, in corso di validità.

Abilitazioni in esercizio: C650, IR ME MP in corso di validità, radiotelefonìa in lingua inglese.

Abilitazioni non in esercizio: Beech 300/1900, Beech 90/99/100/200, SEP (land), MEP (land).

English proficiency level: livello 4 ICAO.

Controlli periodici: *proficiency check* C650 effettuato in data 21.12.2008 con esito favorevole; *line check* C650 effettuato in data 30.9.2008 con esito favorevole.

Controllo medico: certificato medico di classe prima, in corso di validità.

Esperienza di volo del primo ufficiale: si veda tabella successiva.

Attività di volo	totale	sul tipo di a/m Cessna 650
Totale su velivoli	3000h 00'	58h 06'h, di cui 40h 22' in qualità di primo ufficiale
Volo strumentale	1500h 00'	40h 22'
Notturmo	280h 00'	0h 00'
Ultimi 30 giorni	8h 45'	8h 45'
Ultimi 60 giorni	15h 47'	15h 47'
Ultimi 90 giorni	28h 39'	28h 39'

Storia professionale del primo ufficiale.

Il primo ufficiale aveva iniziato il suo addestramento su aeromobili Cessna 650 presso il TRTO Air One nel giugno 2008. Aveva seguito il corso teorico dal 23 al 29 giugno 2008. Successivamente aveva effettuato l'addestramento al simulatore dal 30 giugno al 9 luglio 2008. Entrambi i corsi di addestramento, sia teorico sia pratico, erano stati impartiti dal comandante responsabile del volo I-FEEV del 7 febbraio 2009, che, come detto, era anche TRI su aeromobili tipo C650 presso il TRTO Air One.

Il primo ufficiale aveva iniziato la sua attività lavorativa come pilota professionista all'età di 27 anni, dopo aver conseguito le licenze di volo prima negli Stati Uniti e, successivamente, in Italia. Era stato impiegato come primo ufficiale dal 2001 al 2008 in altre società di

aerotaxi presso cui aveva anche ricoperto l'incarico, dal 2005 al 2008, di responsabile del centro di coordinamento delle operazioni (*Flight Dispatch e Ground Operations*).

Nella documentazione attestante l'addestramento, sia per quanto attiene la fase di abilitazione (*type rating*) sia nei successivi *recurrent training*, non è stato possibile reperire un *record* inerente la esecuzione di manovre al simulatore per la pratica di riconoscimento e rimessa da assetti inusuali.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

Il Cessna 650 Citation III è un velivolo di costruzione metallica ad ala bassa, propulso da due motori turbofan Honeywell TFE 731-3CR-100S da 3650 libbre di spinta ciascuno, con una MTOM di 9979 kg, in grado di trasportare sino a 11 passeggeri, oltre ai due membri di equipaggio.

Le sue dimensioni principali sono le seguenti: lunghezza 16,90 m; altezza 5,12 m; apertura alare 16,31 m. Ha una velocità di crociera di 875 km/h, un'autonomia di 3774 km e un *service ceiling* di 15.545 m.



Foto 1: Cessna 650 marche I-FEEV.

1.6.2. Informazioni specifiche

Aeromobile

Costruttore:	Cessna Aircraft Co.
Modello:	650 Citation III.
Numero di costruzione:	650-0105.
Anno di costruzione:	1986.
Marche di naz. e immatricolazione:	I-FEEV dal luglio 2004 (in precedenza N67BG).
Certificato di immatricolazione:	n. 10342 rilasciato in data 26 luglio 2004.
Esercente:	Air One Executive SpA.
Proprietario:	Mercantile Leasing.
Certificato di navigabilità:	n. 15036/a rilasciato in data 22 luglio 2004.
Revisione certificato di navigabilità:	n. 15036/b, in corso di validità.
Ore totali:	6977h.
Ore da ultima ispezione:	141h.
Ultima manutenzione:	eseguita in data 31 gennaio 2009 con sostituzione della bombola estinguente dell'impianto " <i>fire extinguisher</i> " dell'APU.

Programma di manutenzione previsto: approvato da ENAC in data 20 agosto 2008.

Conformità documentazione tecnica a normativa/direttive vigenti: sì.

Il velivolo era stato sottoposto nel mese di agosto 2008 a manutenzione programmata "*phase 5 inspection*", quando aveva al suo attivo 6836h. In data 22 agosto 2008 veniva rilasciato il certificato di revisione della aeronavigabilità con scadenza 21 agosto 2009. Dalla documentazione tecnica dell'aeromobile acquisita dall'ANSV non risulta la segnalazione di eventuali malfunzionamenti a carico dello stesso.

Motori

Costruttore:	Honeywell.
Modello:	TFE 731-3CR-100S.

Il motore sinistro (P/N 3074070-3, S/N P-87327) aveva complessivamente 6589h di esercizio. L'ultima MPI era stata effettuata presso una ditta certificata in Texas (USA) il 6 settembre 2006, dopo 5604,9h di funzionamento e 4549 cicli dalla costruzione.

Il motore destro (P/N 3074070-3, S/N P-87326) aveva complessivamente 6766h di esercizio. L'ultima MPI era stata effettuata presso una ditta certificata in Texas (USA) il 3 luglio 2006, dopo 5617,3h di funzionamento e 4531 cicli dalla costruzione.

1.6.3. Informazioni supplementari

Comandi di volo del velivolo Cessna 650

Il timone di direzione e quello di profondità sono controllati ed azionati per mezzo di cavi; gli alettoni e gli *spoiler* di virata (*roll spoiler*) sono servoassistiti per mezzo di attuatori idraulici. In caso di avaria idraulica è possibile il controllo degli alettoni direttamente per mezzo dei cavi.

Il controllo sull'asse di rollio del velivolo è garantito dall'attuazione combinata di alettoni e *spoiler* (porzione esterna, *outboard spoiler*). La completa rotazione del volantino ha per effetto il movimento degli alettoni di +/- 12,5°. La fuoriuscita dello *spoiler* ha luogo dopo che l'alettone ha avuto una escursione superiore ai 3°. Un selettore per disconnettere manualmente l'impianto è presente sulla piantana centrale qualora si verificasse un bloccaggio degli alettoni o degli *spoiler*.

In caso di attivazione di tale selettore il pilota mantiene il controllo degli alettoni, mentre il copilota mantiene il controllo degli *spoiler*.

Lo stabilizzatore è mobile ed è trimmabile elettricamente tramite un sistema primario, che utilizza la corrente alternata, ed un sistema secondario, che utilizza la corrente continua: un segnale acustico (*trim clacker*) fornisce indicazioni che il trim sta operando (sia in modalità manuale, ovvero per azione del pilota, sia in modalità automatica quando l'autopilota è attivato).

Il trim sull'asse di rollio è esclusivamente meccanico, azionato da cavi e comandato per il tramite di una rotella sulla piantana centrale. Agisce sul riposizionamento del punto neutro degli alettoni.

Anche il trim del timone di direzione è meccanico ed è comandato per il tramite di una rotella sulla piantana centrale.

I flap sono azionati elettricamente e sono composti di sei segmenti che si muovono simultaneamente. Un sistema di sicurezza blocca il movimento di tutte le superfici se viene rilevata una asimmetria.

Limitazioni velivolo Cessna 650

Vengono di seguito riportate, relativamente al velivolo incidentato, alcune limitazioni pertinenti.

Velocità massima (Design speed envelope). Maximum operating KNOT (VMO):

- 336 KIAS a 8000 piedi;

- decresce linearmente a 278 KIAS fino alla quota di 36.524 piedi;
- 305 KIAS sotto la quota di 8000 piedi.

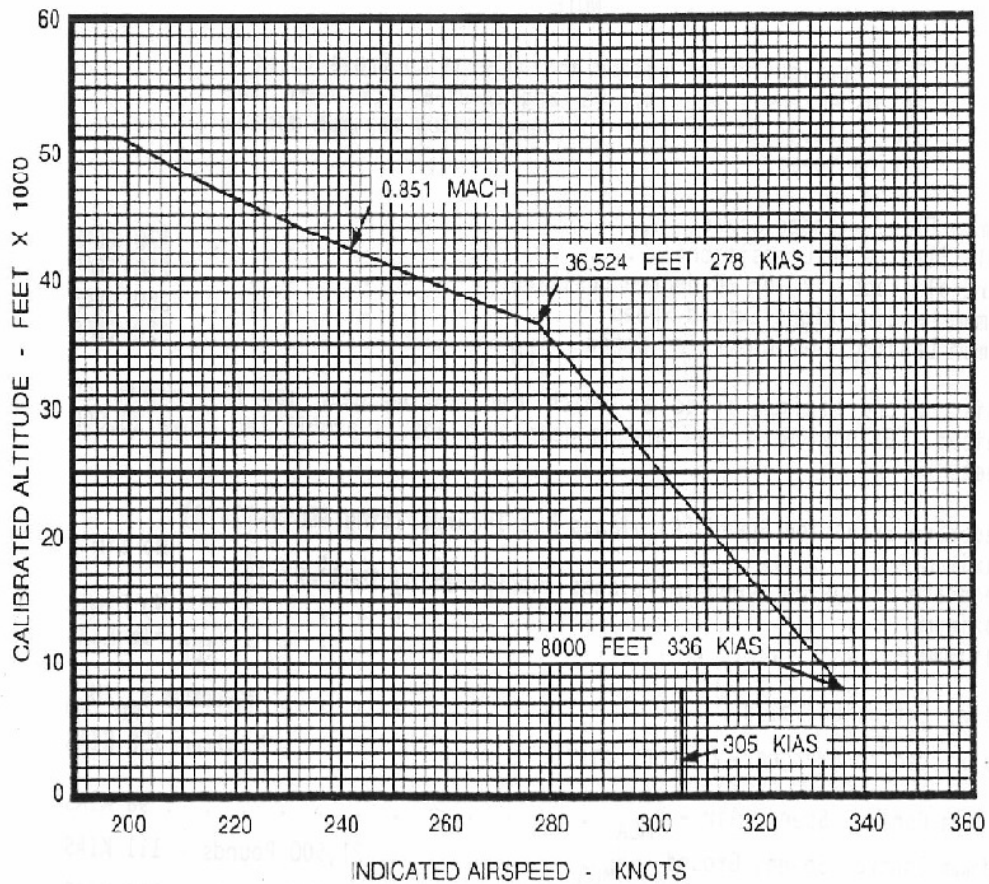


Figura 1: velocità massima.

Il velivolo è dotato di un avvisatore acustico in caso di superamento della VMO/MMO, nominato “Overspeed Warning System” tramite una sirena intermittente.

Disposizione del cockpit e dotazione avionica

Il velivolo incidentato presentava la disposizione del *cockpit* così come raffigurato nelle immagini che seguono.



Foto 2: cockpit layout ed EFIS.



Foto 3: cockpit layout pannello controllo autopilota e FMS (GNS-XIs).

Per la comunicazione e navigazione, con riferimento particolare ai quadretti e pannelli di controllo, disponeva di una dotazione avionica che comprendeva, tra l'altro:

- 2 RADIO VHF;
- 2 VOR DME;
- 2 ADF;

- VHF COMM CONTROL PANEL Collins CTL-22 (che permette di preselezionare una frequenza che viene visualizzata sotto quella attiva e di renderla attiva semplicemente mediante il momentaneo spostamento di un selettore);
- VHF NAV CONTROL PANEL Collins CTL-32 (che permette di preselezionare una frequenza VOR/ILS che viene visualizzata sotto quella attiva e di renderla attiva semplicemente mediante il momentaneo spostamento di un selettore);
- ADF CONTROL PANEL Collins CTL-62.

Autopilota e Flight Director System (Honeywell SPZ 650)

È un sistema completo di controllo automatico del volo e comprende il *flight director*, l'autopilota, l'indicatore di assetto (EADI), l'indicatore situazione orizzontale (EHSI), Air Data Computer, il sistema di controllo dell'autopilota, un sistema di navigazione verticale. Il sistema può essere utilizzato in modalità automatica o manuale. In modalità automatica l'autopilota segue le indicazioni di quota, prua o rotta che vengono fornite attraverso il Flight Director Computer. In modalità manuale il velivolo viene condotto dal pilota seguendo le indicazioni fornite dal *flight director* sulla strumentazione (EADI, EHSI).

Il sistema comprende uno *yaw damper*. Lo *yaw damper* si inserisce automaticamente all'inserimento dell'autopilota. Può essere inserito singolarmente anche senza inserire l'autopilota e può essere utilizzato per ogni fase del volo, fatta eccezione per il decollo e l'atterraggio. L'impiego dello *yaw damper*, smorzando le oscillazioni sull'asse di imbardata, aumenta notevolmente il confort dei passeggeri nonché il controllo dell'aeromobile sull'asse di rollio alle alte quote.

L'inserimento dell'autopilota avviene tramite la pressione del tasto "AP ENGAGE" presente sull'*autopilot controller*. L'inserimento viene confermato dalla illuminazione del pulsante.

Il disinserimento dell'autopilota avviene normalmente attraverso la pressione momentanea dello "AP TRIM NWS DISC" situato sul volantino. Il disinserimento dell'autopilota viene indicato dalla illuminazione della spia "AP OFF" e dall'avviso acustico della durata di un secondo.

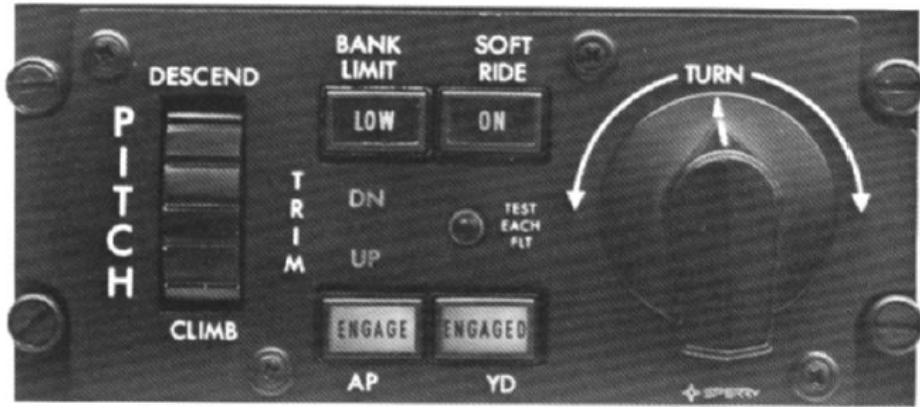


Foto 4: autopilot controller.

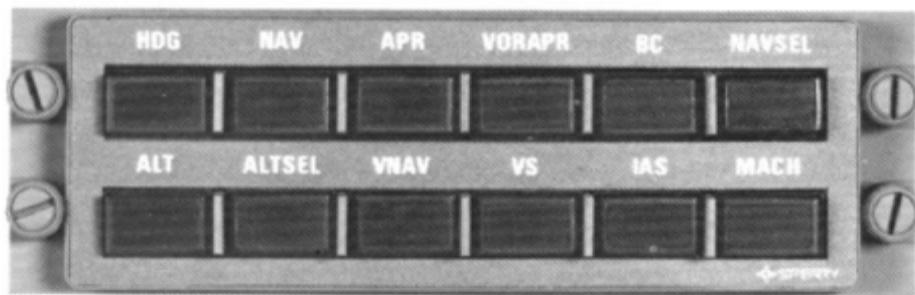
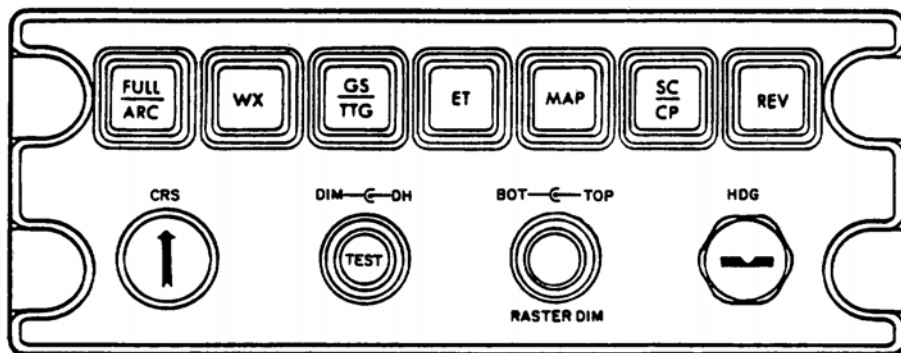


Foto 5: mode selector del flight director.



Foto 6: VNAV Controller.



AD 3092-R1

Figura 2: EFIS Display Controller.

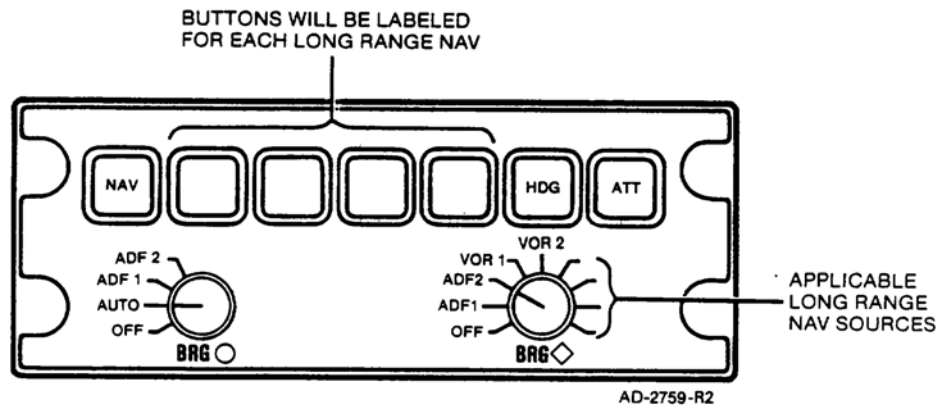


Figura 3: pannello di selezione sorgente di visualizzazione EFIS (*Source Controller*). Il velivolo incidentato avendo un solo FMS disponeva di un tasto e posizione FMS 1.

Electronic Flight Instrument System (EFIS) Honeywell SPZ-8000 (ED800 EADI ed EHSI)

Il sistema SPZ-8000 *dual* EFIS utilizza 4 identici ED-800 schermi a tubo catodico di 5x6 pollici.

Il *display* dell'EADI presenta, tra le varie informazioni, le seguenti:

- presentazione standard convenzionale degli assetti;
- le *command bar* del *flight director*;
- l'annunciatore dei modi di navigazione selezionati, con modi laterali in alto a sinistra e modi verticali in alto a destra;
- indicatore di inserimento dell'autopilota;
- *attitude source*.

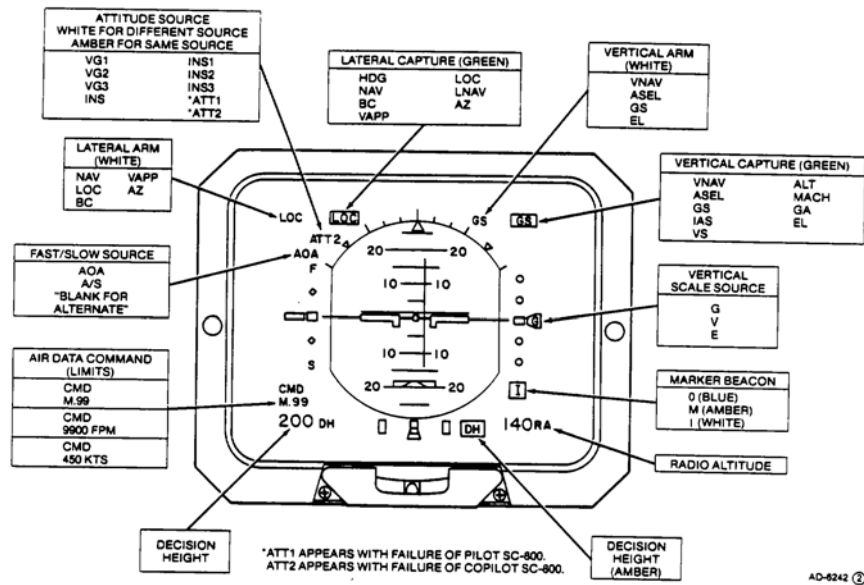


Figura 4: EADI.

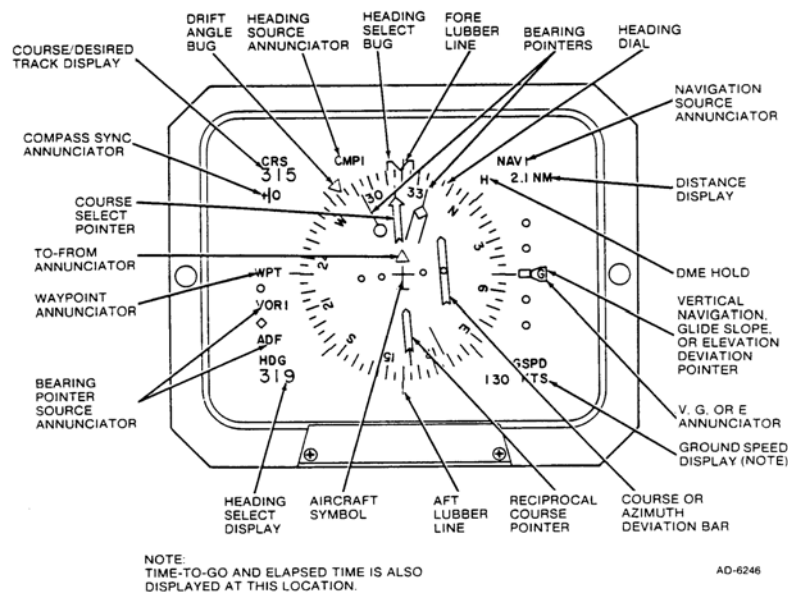


Figura 5: EHSI.

Flight Management System GNS-XIs

Il Flight Management System GNS-XIs è un apparato integrato, che permette ai piloti il controllo centralizzato dei sensori di navigazione, l'inserimento della rotta, la gestione del carburante, ecc. Tra le interfacce analogiche figurano vari dati, di quota, prua, velocità e flussometro. Sistemi digitali interfacciabili sono Air Data Computer, EFIS, piattaforme inerziali. Il sistema comprende un GPS ed un *data base* di navigazione. Sul velivolo I-FEEV

era presente un singolo FMS GNS, posizionato sulla piantana centrale, tra i due sedili, in posizione molto arretrata, ovvero all'altezza dello schienale.



Foto 7: Flight Management System GNS-Xls.

Il Flight Management System GNS-Xls permette, tra le varie funzioni, di volare direttamente verso un qualsiasi *waypoint* presente nell'Active Flight Plan, senza dovere inserire nuovamente il punto, premendo semplicemente il tasto con il simbolo "direct to" (evidenziato in rosso in figura 7). Alla pressione del tasto appare la pagina "direct to" che permette di selezionare il tasto corrispondente al punto su cui ci si vuole dirigere, seguito dalla selezione del tasto "ENTER". Il sistema computa la virata da una posizione ad ali livellate. Se il velivolo è in virata al momento della selezione del "direct to", lo stesso livellerà le ali momentaneamente, per poi continuare la virata verso il punto selezionato (se con autopilota inserito).

Terrain Approach Warning System

Il SANDEL ST3400 è un *display* multi funzione, che comprende il Terrain Awareness Warning System. Include un sistema di avviso integrato, che fornisce messaggi sonori con i tradizionali avvisi di un Ground Proximity Warning System.

Gli avvisi GPWS comprendono 6 modi:

- Mode 1 Excessive Rate of Descent (ERD): mediante una combinazione di quota barometrica e radioaltimetrica segnala un eccessivo rateo di discesa barometrica;
- Mode 2 Excessive Closure Rate to Terrain (ECRT): avvisa in ordine a alti ratei di variazione di quota radioaltimetrica quando vicino al terreno (“pull up” e “sink rate”);
- Mode 3 Altitude Loss After Take off or Missed Approach (ALAT);
- Mode 4 Flight Into Terrain Not in Landing Configuration (FITNL);
- Mode 5 Excessive Downward Glideslope Deviation (EDGSD);
- Mode 6 Altitude Call Out (VC).

La funzionalità TAWS comprende:

- Forward Looking Terrain Avoidance (FLTA): compara il sentiero laterale e verticale del velivolo con un *data base* del terreno per fornire un avviso se sussistano pericoli di ostacoli (“caution terrain”, “terrain pull up”);
- Premature Descent Alert (PDA): compara il sentiero laterale e verticale del velivolo con l’aeroporto più vicino, per determinare se il velivolo si trovi sotto una quota non pertinente.

Il sistema non prevede avvisi in caso di eccessivo angolo di *bank*.

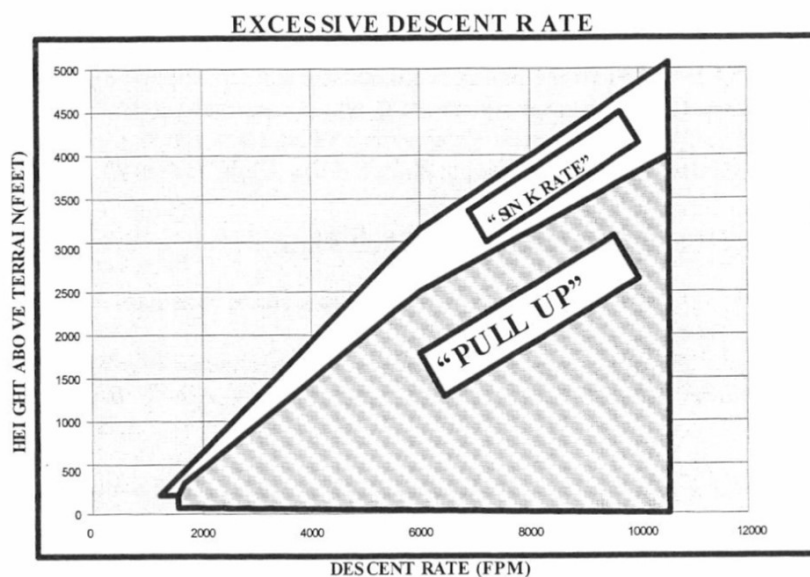


Figura 6: grafico Excessive Rate of Descent (ERD).

Carico e centraggio

L’aeromobile era stato rifornito con 2360 litri di combustibile; a bordo, al momento del decollo, erano presenti soltanto i due membri di equipaggio. Una tale configurazione rientra ampiamente nei limiti di carico e centraggio ammessi.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

I bollettini METAR relativi all'aeroporto di Roma Ciampino, limitatamente alla fascia oraria di interesse, riportavano quanto segue:

LIRA 070415Z 14020KT 9999 RA SCT030 BKN070 12/09 Q0993

LIRA 070445Z 15019KT 100V180 9999 RA FEW018 SCT030 BKN070 12/09 Q0992

COR LIRA 070445Z 15019G29KT 100V180 9999 RA FEW018 SCT030 BKN070 12/09 Q0992

COR LIRA 070445Z 15019G29KT 100V180 9999 RA FEW018 SCT030 BKN070 12/09 Q0992 RMK OVC VIS MIN 9999 BLU

LIRA 070515Z 14018KT 9999 RA FEW018 SCT030 BKN070 13/10 Q0992

I bollettini METAR relativi all'aeroporto di Roma Fiumicino, limitatamente alla fascia di interesse, riportavano quanto segue:

LIRF 070420Z 14019KT 8000 RA SCT020 BKN040 13/11 Q0993 NOSIG

LIRF 070450Z 16014KT 8000 RA SCT015 BKN040 13/12 Q0993 WS RWY 16R NOSIG
RMK VIS MIN 5000NW

LIRF 070520Z 22008KT 9999 RA SCT015 BKN040 13/11 Q0993 WS RWY 16R NOSIG

Dalle suddette informazioni si evince una situazione meteorologica nell'area caratterizzata da una visibilità orizzontale intorno a 10.000 m, con presenza di pioggia debole, copertura nuvolosa di 1/8-2/8 con base a 1800 piedi, di 3/8-4/8 con base a 3000 piedi e di 5/8-7/8 con base a 7000 piedi. Il vento sull'aeroporto di Ciampino spirava da 140/150° ed aveva una intensità di circa 19 nodi, con raffiche sino a 29 nodi.

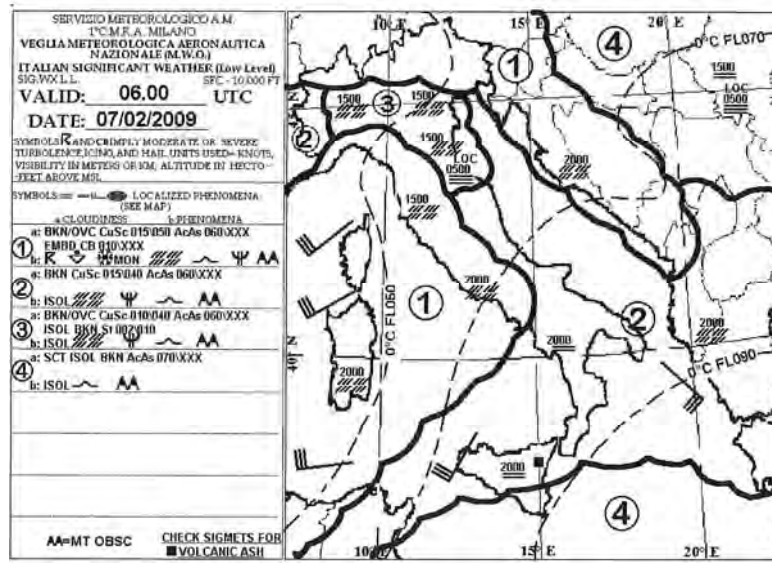


Figura 7: carta significativa.

Dalla carta significativa (*low level*) delle ore 06.00' (figura 7), per la zona di Roma si rileva la seguente situazione: copertura nuvolosa da 5/8 a 8/8 di cumuli e stratocumuli con base a 1500 piedi e *top* a 5000 piedi, altocumuli e altostrati con base a 6000 piedi e *top* oltre i 10.000 piedi; presenza di cumulonembi affogati con base a 1000 piedi e *top* oltre i 10.000 piedi; temporali con neve sui rilievi montuosi, turbolenza moderata, moderata formazione di ghiaccio, montagne oscurate e zero termico a 7000 piedi.

Dal diagramma termodinamico di Herloffson delle ore 00.00' (figura 8) si rileva quanto segue: zero termico a circa 6000 piedi (quota pressione 780 hPa); *layer* di nubi stratificate a circa 1000 piedi (quota pressione 980 hPa); *layer* di nubi cumuliformi a partire da 9800 piedi (quota pressione 700 hPa); moderata probabilità di formazione di ghiaccio da 9700 piedi a 15.000 piedi (quota pressione da 720 hPa a 570 hPa); alta probabilità di turbolenza dal suolo a 1000 piedi (quota pressione da *ground* a 980 hPa); venti in quota a 9800 piedi intorno ai 40 nodi con provenienza da circa 200°.

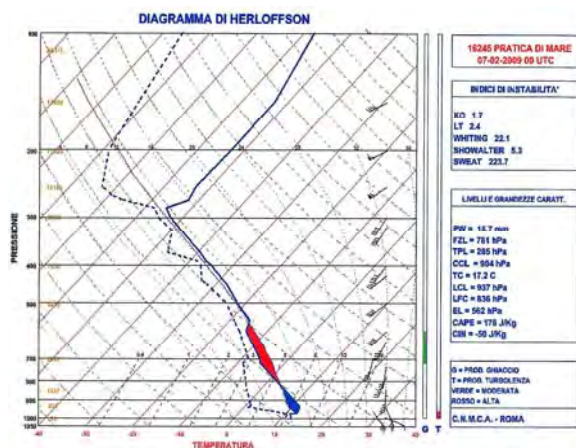


Figura 8: diagramma di Herloffson.



Figura 9: diagramma delle fulminazioni.

Dalla carta delle fulminazioni (figura 9) si rileva la registrazione di tre scariche elettriche verificatesi tra le ore 04.35' e le ore 04.42' nell'alto Lazio e più precisamente in prossimità del lago di Bolsena e del lago di Vico.

Effemeridi del giorno dell'incidente (7 febbraio 2009): sorgere del sole ore 06.16'; tramonto del sole ore 16.33'.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative agli aiuti disponibili per la navigazione aerea e sul relativo stato di efficienza.

1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio

Si riportano di seguito le coordinate delle radioassistenze di interesse:

- PRA L 339 (41°40'47.0N 012°27'10.2E);
- LAT VOR 111.2 (42°32'28.0"N 012°55'05.0"E);
- BOL VOR 114.4 (42°37'06.3"N 012°02'55.4"E).

La radioassistenza disponibile per la effettuazione, dopo il decollo, della SID PEMAR 5A era costituita essenzialmente dal VOR di Latina, in quanto il radiofaro locatore di Pratica di mare (PRA L 339, coordinate 41°40'47.0N 012°27'10.2E) era inefficiente come da NOTAM 1A0839/2009.

Per la navigazione verso Bolsena era disponibile il VOR DME di Bolsena.

1.8.2. Sistemi disponibili a bordo

Nella fattispecie, per la fase del volo in analisi, cioè l'uscita strumentale standard (SID) e la salita l'equipaggio disponeva di:

- Flight Management System (FMS), che permette di volare con il sistema di bordo la SID assegnata ed i successivi punti di navigazione del piano di volo inseriti;
- VOR DME, che sintonizzati su LAT VOR, con la selezione della *course* 358 e successivamente su BOL VOR, permettevano di monitorare in RAW DATA la correttezza e l'accuratezza del FMS.

L'ADF, in considerazione della indisponibilità di PRA L, non poteva essere impiegato per la navigazione, e l'indicazione per dirigere verso PRA veniva fornita unicamente dal sistema FMS.

1.8.3. Altre informazioni

L'incidente si è verificato durante la fase di salita iniziale, subito dopo il decollo dall'aeroporto di Roma Ciampino, nel corso della esecuzione di un volo condotto secondo le regole IFR.

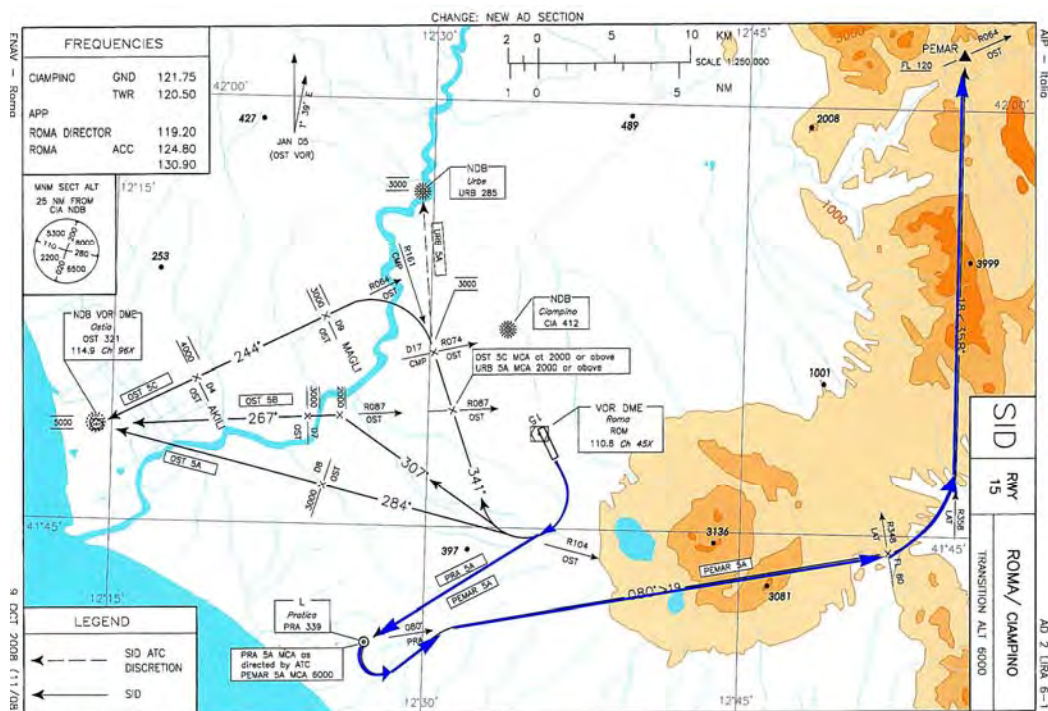


Figura 10: SID RWY 15. In basso, in colore blu, la SID PEMAR 5A.

Come da piano di volo presentato dall'equipaggio, subito dopo il decollo era prevista la effettuazione della SID PEMAR 5A, per poi proseguire secondo la rotta pianificata fino all'aeroporto di Bologna.

La SID assegnata, evidenziata in colore blu in figura 10, prevede che per raggiungere il punto PEMAR (in alto a destra nella figura 10) un aeromobile, dopo il decollo dalla pista 15 di Ciampino, effettuata una virata a destra, diriga sul radiofaro locatore di Pratica di Mare (PRA 339), quindi effettui una virata a sinistra per intercettare il *bearing* di 080° da PRA, da mantenere sino al momento di effettuare una ulteriore virata a sinistra andando ad intercettare la radiale 358 dal VOR-DME di Latina (LAT) fino a raggiungere il punto PEMAR. Le restrizioni in quota della SID prevedono una MCA e un MCL, rispettivamente di 6000 piedi su PRA e FL 80 su LAT. La altitudine di transizione è di 6000 piedi.

In caso di indisponibilità del radiofaro locatore di Pratica di Mare PRA L 339, come definito da NOTAM 1A6249/2008, la SID PEMAR 5A poteva essere effettuata alla condizione che l'aeromobile possedesse una capacità RNAV basica e fosse disponibile il servizio radar di Roma ACC.

1.9. COMUNICAZIONI

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative ai mezzi disponibili per le comunicazioni e sul relativo stato di efficienza.

1.9.1. Servizio mobile

Gli enti ATC contattati dall'equipaggio dell'I-FEEV sono stati: la TWR dell'aeroporto di Ciampino (servizio fornito dall'Aeronautica militare) e Roma ACC (servizio radar fornito da ENAV SpA):

- Ciampino TWR 120.500 Mhz, dalle 04.22'47" alle 04.59'55";
- Roma ACC 130.900 Mhz, dalle 04.59'55" alle 05.00'25".

Tutte le comunicazioni radio intercorse tra l'I-FEEV ed i suddetti enti di controllo del traffico aereo si sono svolte regolarmente, non hanno evidenziato elementi di criticità e sono state regolarmente registrate dagli apparati a terra dei due enti, nonché dal CVR a bordo dell'aeromobile.

Relativamente ai tracciati radar, sono stati acquisiti i tabulati relativi ai dati sintetici del sistema MRT di Roma ACC, unitamente ai tabulati di ogni singola testata radar costituente il sistema e che ha rilevato il volo in questione.

1.9.2. Servizio fisso

L'equipaggio dell'I-FEEV aveva presentato un piano di volo IFR, contenente le seguenti informazioni: nominativo radio AOE 301; orario di decollo previsto da Ciampino 05.00'; destinazione Bologna; durata del volo 00h 45'; velocità TAS 420 nodi; FL 280; rotta prevista PEMAR, UM726, VERUN, UZ910, IXUSI, UZ805, VALEN; tipologia di volo *Hospital Flight*, codice ITA CODE 0719/09. Il piano di volo presentato, recante nella casella 18 la voce IFPS/RE-ROUTE ACCEPTED, autorizzava esplicitamente lo staff dell'Integrated Flight Plan Processing System di Eurocontrol a correggere manualmente, qualora necessario, i dettagli della rotta, senza la necessità di chiedere un ulteriore permesso all'originatore del messaggio. Il messaggio di accettazione del piano di volo non introduceva cambiamenti alla rotta presentata.

1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni

Di seguito vengono riportate le comunicazioni avvenute tra l'aeromobile e gli enti del controllo del traffico aereo a partire dal primo contatto radio stabilito dall'equipaggio con la TWR di Roma Ciampino.

Le comunicazioni sono state fornite in file audio del tipo .mp3. Ogni *file* era identificato con un codice alfanumerico riportante la data dell'evento, un numero progressivo ed un orario UTC di inizio della comunicazione. Il confronto di tali orari con quelli dei tracciati radar e con quelli scaturiti dalla sincronizzazione dei dati CVR ed FDR ha evidenziato una serie di discordanze, tali da non consentire una perfetta sincronizzazione tra gli stessi.

In ogni caso, soprattutto per le fasi salienti del volo, è stato possibile ricondurre tutte le tempistiche all'orario UTC del sistema radar di Roma ACC.

Di seguito le conversazioni di interesse registrate dagli apparati di terra.

Ore 04.22'47": il comandante dell'I-FEEV stabilisce il primo contatto radio con la TWR di Ciampino per chiedere il riposizionamento allo *stand* 407, ove effettuare il rifornimento di carburante, in quanto tale attività non era consentita sullo *stand* G18 dove l'aeromobile era parcheggiato.

Ore 04.45'30": il primo ufficiale stabilisce di nuovo il contatto radio con la TWR, comunicando di essere «pronto alla messa in moto».

Ore 04.46'06": la TWR approva la messa in moto comunicando anche «vento da 150 gradi, 25 nodi con raffiche a 30, QNH 993, 12 con 9 le temperature, pioggia debole».

Ore 04.46'19": il primo ufficiale risponde «993 copiato, messa in moto approvata 301».

Ore 04.54'25": la TWR chiede «01 pronto a copiare?», ricevendo risposta affermativa. A questo punto la TWR comunica «Oscar eco tre zero uno, destinazione Bologna via PEMAR 5A, livello otto zero, codice cinque uno tre zero»; segue il corretto *read back* da parte del primo ufficiale dell'I-FEEV.

Ore 04.57'27": il primo ufficiale informa la TWR di Ciampino che l'I-FEEV è alla posizione attesa 15 e che è pronto per la partenza. La TWR di Ciampino risponde «301 ricevuto, pista 15, autorizzato al decollo, il vento da 140 gradi 20 nodi, fino a poco fa c'erano raffiche a 30». Il primo ufficiale risponde «Autorizzato al decollo, pista 15, abbiamo copiato il vento, grazie, 301».

Successivamente, la TWR, dopo aver comunicato l'orario di decollo, istruisce l'I-FEEV a contattare Roma Radar (Roma settore partenze) sulla frequenza 130.900 MHz («301 decollo sull'ora, con Roma 30 e 9 ciao, a dopo»)

Con questa ultima conversazione termina il contatto radio tra l'aeromobile appena decollato e la TWR di Ciampino.

Ore 04.59'55": avviene il primo contatto con Roma Radar («Roma Radar buongiorno AOE 301»).

Roma Radar risponde: «Buon giorno AOE 301, squawk ident, right direct to Bolsena, climb level 240, no speed restriction», modificando di conseguenza la *clearance* inizialmente data dalla TWR di Ciampino, così come illustrato nelle figure 11 e 12 al fine di accorciare la rotta in considerazione della tipologia del volo.



Figura 11: *clearance* fornita dalla TWR di Ciampino.



Figura 12: *clearance* fornita da Roma Radar.

Alle 05.00'15" Roma Radar dava conferma all'I-FEEV di averne acquisito il contatto radar, comunicando anche che in quel momento l'aeromobile stava attraversando i 2000 piedi. A tale chiamata l'equipaggio dell'I-FEEV non dava comunicazione del ricevuto.

Alle 05.00'23", ovvero otto secondi più tardi, lo stesso ente ATC comunicava nuovamente all'I-FEEV «301 Roma, radar contact», cui seguiva da parte dell'equipaggio dell'aeromobile in questione la risposta «Radar contact».

Alle 05.00'25" ha luogo quindi l'ultima comunicazione radio dell'I-FEEV, che, dopo tre minuti dall'orario di decollo, precipitava in località Trigoria (Roma), seguendo il percorso riportato in figura 13 senza effettuare alcuna comunicazione radio o di emergenza.

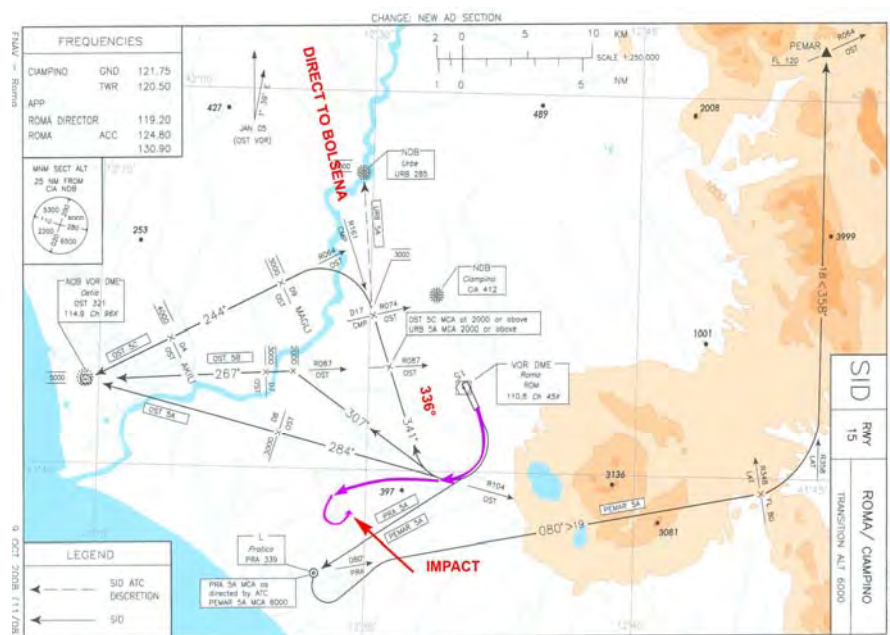


Figura 13: in colore viola il percorso seguito dall'I-FEEV rispetto alla clearance.

1.9.4. Tracciati radar

Almeno tre testate radar del sistema MRT di Roma ACC hanno costantemente rilevato la posizione dell'aeromobile in volo a partire dal decollo e dalla quota di 700 piedi fino alle ore 05.02'09" alla quota di 3000 piedi, così come documentato nei relativi tabulati acquisiti in formato cartaceo.

Il transito alla quota di 2000 piedi è stato presentato all'operatore radar come dato sintetico dal sistema MRT alle ore 05.00'16".

Va peraltro precisato che i tabulati registrano una quota superiore di 500 piedi, in quanto il rilevamento di quota viene sempre effettuato con riferimento al QNE ed eventualmente convertito, per altitudine, sulla base del QNH in atto al momento. Infatti il dato relativo alla quota registrato sui tabulati radar viene trasmesso dal transponder di bordo ogni qualvolta esso venga interrogato in modo "C" dal sistema radar di terra. Il transponder di bordo rileva la quota da uno specifico altimetro codificatore, regolato stabilmente sulla isobara standard

di 1013.25 millibar. Il dato di quota registrato dai radar a terra, pertanto, è da intendersi riferito al QNE, anche se la fase di volo a cui esso si riferisce è condotta per *altitude*, ossia riferita al QNH. La eventuale conversione può essere effettuata in automatico dal sistema radar qualora le esigenze dell'operatore alla consolle lo richiedano, mentre i tabulati registrano sempre e comunque il valore di quota riferito al QNE trasmesso dall'aeromobile in volo.

Per l'evento in questione il QNH rilevato al momento del decollo di I-FEEV dall'aeroporto di Roma Ciampino era pari a 993 millibar, quindi la quota di 2500 piedi registrata dal sistema radar di Roma ACC alle ore 05.00'16" corrispondeva alla altitudine di 2000 piedi sul QNH, comunicata dall'operatore radar all'equipaggio dell'aeromobile in attraversamento di tale quota.

La traiettoria di volo seguita dall'aeromobile e registrata dal sistema radar di Roma ACC viene riportata in figure 14 e 15.

La quota massima di 6400 piedi raggiunta dall'aeromobile in volo è stata registrata come dato sintetico del sistema radar MRT di Roma ACC alle ore 05.01'51", il quale, alle ore 05.01'56", presentava il successivo dato sintetico di 6300 piedi con quota in riduzione.

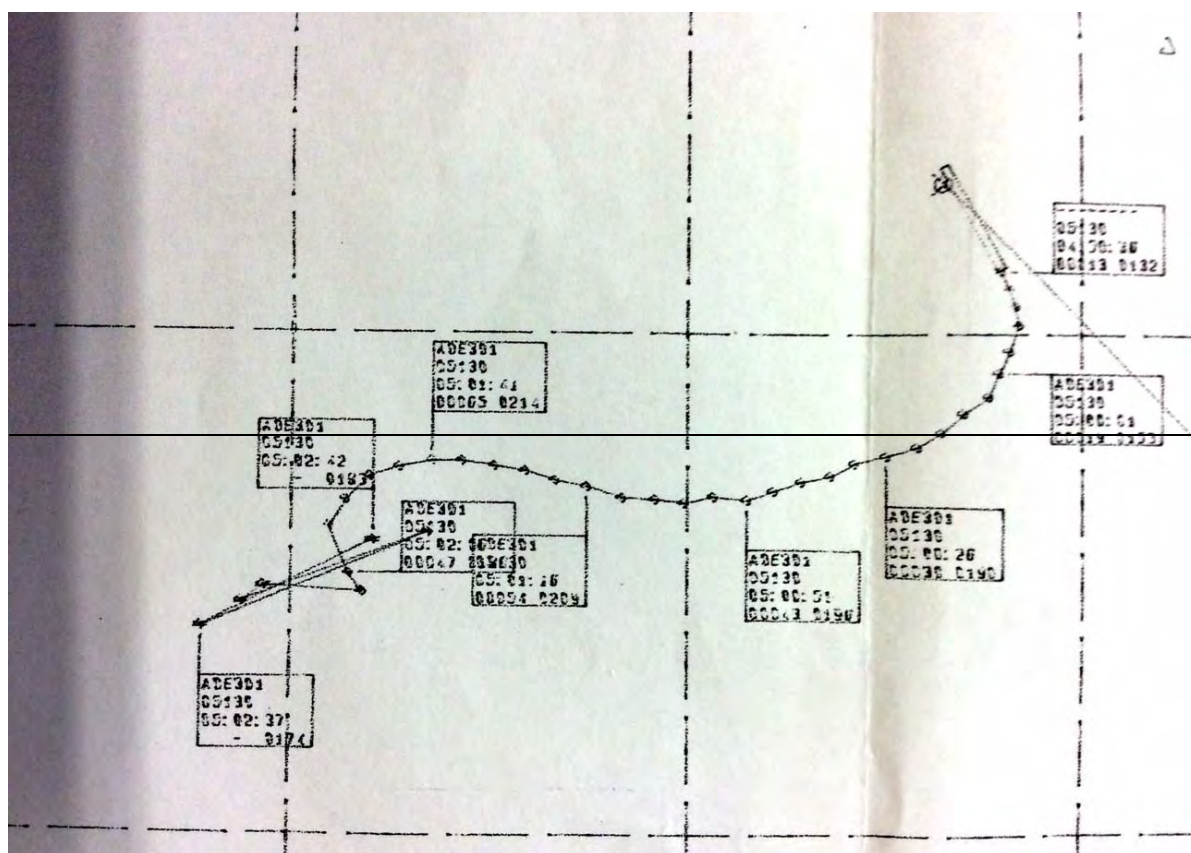


Figura 14: plottato del tracciato radar.



Figura 15: traiettoria di volo registrata dal sistema radar MRT di Roma ACC.

Alle successive ore 05.01'57", una delle testate radar del sistema MRT e per convenzione denominata "A" registra un incremento di quota a 6600 piedi, mentre alla battuta successiva, effettuata dopo 4 secondi, ossia alle ore 05.02'01", la testata registra una quota pari a zero. Alle ore 05.02'05" la stessa testata registra una quota di 4200 piedi, con riduzione fino a 3000 piedi al rilevamento delle ore 05.02'09", come rappresentato in figura 16.

Alle ore 05.02'05" anche un'altra testata radar del sistema MRT, per convenzione denominata "B", presenta una quota di 6900 piedi, mentre alla successiva battuta effettuata alle ore 05.02'17" la quota presentata è pari a zero.

La scarsa coerenza di tali rilevamenti di quota registrati da due diverse testate rispetto ai valori sintetici elaborati dal sistema MRT deriva, essenzialmente, dai calcoli di predizione che ogni singola testata effettua normalmente dopo ogni battuta di rilevamento. Infatti, il radar, dopo ogni rilevamento, si aspetta, per il rilevamento successivo, di rilevare l'aeromobile sul punto calcolato. Nel caso in cui per svariati motivi il radar non rilevi il segnale dell'aeromobile, comunque il punto di posizione calcolato viene registrato, salvo verificarlo con le battute successive. Tali errori di rilevamento, determinati comunemente da

perdite di segnale per interferenze elettromagnetiche, o per oscuramento delle antenne a bordo dell'aeromobile, vengono comunque rielaborati dal sistema MRT attraverso la comparazione dei dati di posizione fornita dalle altre testate costituenti il sistema stesso.

I cosiddetti “oscuramenti delle antenne” potrebbero essere riconducibili, in questo caso, agli elevati angoli di *bank* assunti dall'aeromobile durante la fase in esame del volo.

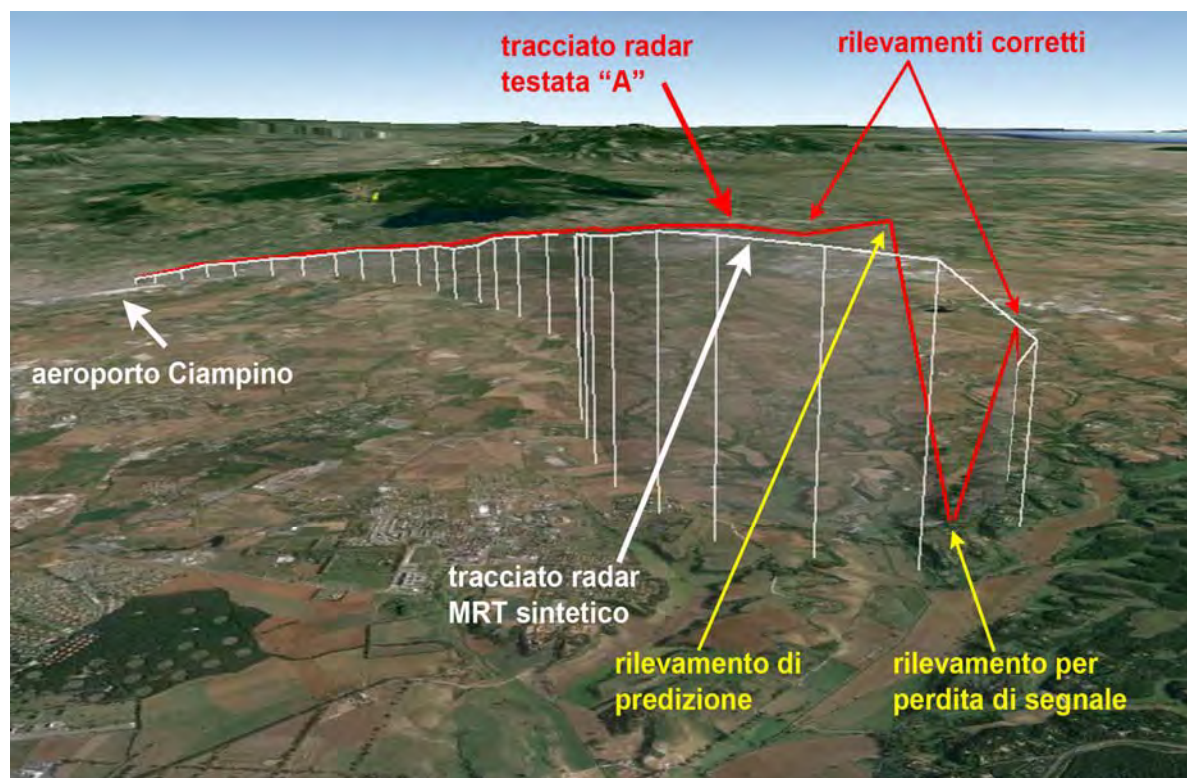


Figura 16: traiettorie di volo registrate dal sistema MRT e dalla testata radar “A” Roma ACC.

1.10. INFORMAZIONI SULL’AEROPORTO

Nome dell’aeroporto: Roma/Ciampino. Indicatore ICAO di località: LIRA.

ATZ dell’aeroporto circoscritto dal cerchio con raggio di 5 NM centrato sul punto definito dalle coordinate geografiche 41°47’58” N 012°35’36” E e limite verticale a 2000 piedi.

Il giorno dell’incidente, sull’aeroporto di Ciampino, era in uso la pista 15. Era in vigore un NOTAM che ne prevedeva la temporanea chiusura per lavori nelle ore notturne. Il NOTAM prevedeva la riapertura della pista alle ore 05.00’, con possibilità di apertura momentanea, durante le ore di chiusura, per particolari urgenze, tra cui la esecuzione di voli ambulanza.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

In questo paragrafo sono riportate le informazioni di maggiore interesse relative agli apparati di registrazione presenti a bordo.

1.11.1. Generalità

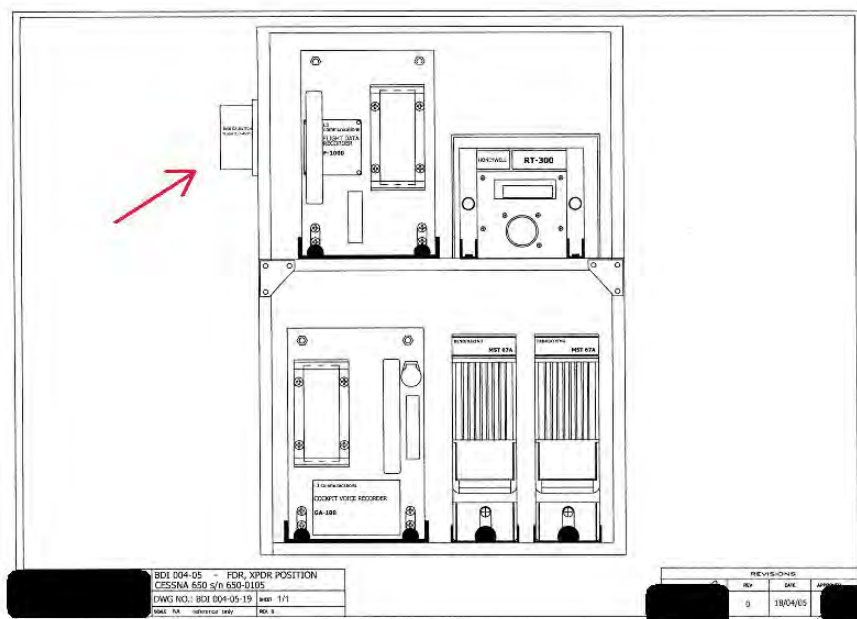
Caratteristiche del FDR

- Costruttore: L3-AR.
- Modello: F1000, P/N S603-1000-00, S/N 0049.
- Supporto di registrazione: Solid State Memory.

Dalla documentazione tecnica relativa alla installazione del FDR sull'I-FEEV (effettuata in Italia da ditta certificata, con Installation Bulletin nr. BDI-004-05-03) si rileva che l'impianto era corredato di un dispositivo Inertia Switch 3LO, tipo 3LO-453/3. Tale dispositivo interrompe l'alimentazione elettrica all'apparato FDR al fine di proteggere la memoria ed i relativi dati in caso di incidente. Il posizionamento del dispositivo sulla struttura dell'aeromobile deve essere effettuato secondo precise angolazioni rispetto agli assi di riferimento dell'aeromobile (solitamente a 45°), al fine di consentire allo stesso di attivarsi in base ad una determinata direzione ed intensità della sollecitazione (o ad una somma vettoriale delle stesse), in quanto il sensore è di tipo unidirezionale.

Nel caso specifico, la soglia di attivazione del componente nella direzione di funzionamento è di 3 "g", con una tolleranza del 10%.

Sulla documentazione tecnica di installazione di tale componente sull'aeromobile non è stata riscontrata alcuna informazione in merito alla precisa posizione di montaggio, né, peraltro, il dispositivo è stato rinvenuto tra i rottami dell'aeromobile. L'unico documento che ne dettaglia l'installazione ne definisce la posizione, ma non l'angolazione di montaggio. Al contrario, dalla interpretazione del *drawing* BDI-004-05-19 (schema 1) prodotto dalla suddetta ditta certificata il componente in questione parrebbe installabile a 0° oppure a 90°.



Schema 1: *drawing* di installazione dell'Inertia Switch.

Tale assenza di informazioni non consente di stabilire con assoluta certezza l'effettivo campo di intervento dello stesso, ossia l'entità ed il verso della accelerazione per il quale il dispositivo avrebbe dovuto attivarsi.

Caratteristiche del CVR

- Costruttore: General Aviation.
- Modello: GA100, P/N GA100-0000, S/N 0016.
- Supporto di registrazione: nastro magnetico con quattro tracce di registrazione.
- Durata della registrazione: 30 minuti circa.

1.11.2. Stato di rinvenimento dei registratori

I due registratori di volo (FDR e CVR) sono stati rinvenuti dagli investigatori dell'ANSV sul luogo dell'incidente poche ore dopo l'evento. Più precisamente: l'apparato FDR è stato rinvenuto in prossimità del punto di impatto al suolo dell'aeromobile.

Il CVR è stato invece rinvenuto sul terrapieno, ad una distanza di circa 150 m dal cratere di impatto.

Entrambi gli apparati sono stati immediatamente posti sotto sequestro dall'autorità giudiziaria, senza alcuna ulteriore possibilità di esame da parte dell'ANSV.



Foto 8: FDR come rinvenuto.



Foto 9: CVR come rinvenuto.

Entrambi i registratori risultavano essere fortemente danneggiati (foto 8 e 9) con schiacciamento della struttura e privi dei rispettivi ULB per rottura e separazione delle relative staffe di fissaggio.

Più in particolare, i danneggiamenti subiti dal FDR consistevano in deformazioni da schiacciamento lungo l'asse longitudinale, tali da ridurne sensibilmente le dimensioni.

I danneggiamenti subiti dal CVR consistevano invece in ampi danneggiamenti della struttura esterna con esposizione dei componenti interni; erano rilevabili consistenti deformazioni della CSMU contenente il nastro magnetico di registrazione.

Su entrambi gli apparati non erano riscontrabili tracce da incendio.

L'entità dei danneggiamenti riportati dagli apparati attesta un impatto al suolo dell'aeromobile ad elevatissima energia.

1.11.3. Estrazione dei dati dai registratori

Ancorché l'ANSV avesse immediatamente fornito la propria disponibilità ad effettuare – tempestivamente e senza oneri aggiuntivi per lo Stato italiano – l'estrazione dei dati dagli apparati FDR/CVR presso i propri laboratori, l'autorità giudiziaria optava per la estrazione dei suddetti dati presso altri soggetti, uno dei quali con sede all'estero.

Solo in data 24 marzo 2009, a seguito delle reiterate richieste avanzate dall'ANSV per poter effettuare la lettura degli apparati o quantomeno per avere la disponibilità dei dati scaricati, l'autorità giudiziaria forniva:

- un supporto informatico (CD) contenente i dati digitali scaricati dalle memorie allo stato solido del FDR;
- un supporto informatico contenente 4 *file* audio in formato digitale del tipo .mp3 relativi alle quattro tracce audio di registrazione del nastro magnetico del CVR;

- alcune foto relative alle operazioni di intervento sugli apparati FDR e CVR.

A corredo del suddetto materiale non è stato fornito alcun elemento documentale relativo alle modalità ed alle procedure seguite per l'estrazione dei dati dai due apparati.

1.11.4. Estrazione dei dati dal FDR

Dall'esame del materiale fornito dall'autorità giudiziaria è stato possibile dedurre che il prelievo dei dati da tale apparato è avvenuto a seguito di:

- rimozione del *case* esterno e della CSMU dagli apparati danneggiati con tecniche ed attrezzature non ben identificabili;
- estrazione del modulo di memoria *solid state* dalla CSMU con successiva rimozione del materiale espanso a protezione del modulo stesso (foto 10);
- sostituzione dell'intero *flat cable* di collegamento del modulo di memoria alla interfaccia di acquisizione dati;
- *download* dei dati registrati e riversamento degli stessi su supporto informatico (CD-ROM) di cui copia fornita all'ANSV.

A fronte di tale ultima operazione è stata fornita unicamente una foto dello schermo di una apparecchiatura elettronica, della quale non viene indicata alcuna caratteristica tecnica, né è stata data alcuna informazione sulle modalità di trasferimento dei dati dal modulo di memoria.



Foto 10: modulo di memoria FDR.



Foto 11: apertura del CVR.

1.11.5. Individuazione e valutazione dei dati registrati

I dati contenuti nella memoria del FDR sono stati forniti all'ANSV in formato *raw data* e privi della necessaria *frame parameter list* per la loro conversione in unità ingegneristiche.

Non è stato possibile reperire tale informazione presso il costruttore dell'aeromobile, né, tanto meno, presso l'utilizzatore dell'aeromobile stesso, per cui è stato necessario avviare, presso i laboratori dell'ANSV, una attività di ricostruzione della *frame parameter list*, avvalendosi del supporto qualificato del costruttore dell'apparato FDR (L3-AR) e del confronto con elaborazioni pregresse recuperate presso l'operatore.

A seguito di tale attività è stato possibile accertare che i dati contenuti nel CD fornito dall'autorità giudiziaria si riferivano a circa 120 ore di registrazione e contenevano solo cinque parametri di volo, campionati ad intervalli diversi e senza alcun parametro di interconnessione con i dati del CVR.

I parametri di volo così rilevati sono risultati essere:

- *electric airspeed*: registrata ad intervalli di 1 secondo;
- *electric altitude*: registrata ad intervalli di 1 secondo;
- *magnetic heading*: registrata ad intervalli di 1 secondo;
- *normal acceleration*: registrata ad intervalli di 1/8 di secondo;
- *longitudinal acceleration*: registrata ad intervalli di 1/4 secondo.

I dati relativi all'ultimo volo sono stati isolati a partire dal riferimento temporale (*frame*) 433107 (in cui inizia l'incremento di velocità per la corsa di decollo) fino al *frame* 433301 (momento in cui la registrazione di tutti i parametri viene interrotta). I due riferimenti temporali definiscono un intervallo di registrazione pari a 194 secondi, per una durata complessiva di 3 minuti e 14 secondi.

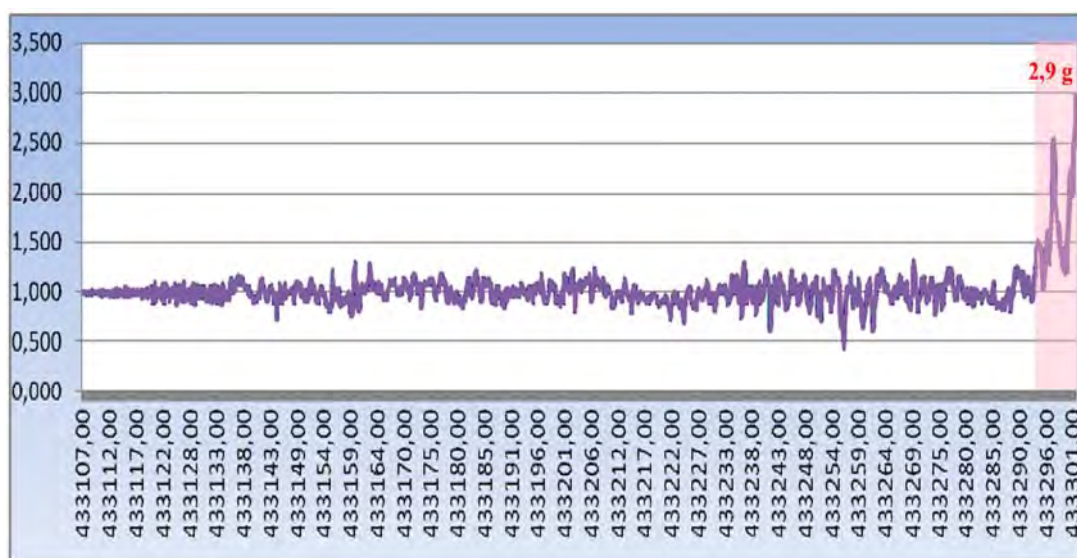


Figura 17: grafico della accelerazione verticale.

La interruzione della registrazione è avvenuta in maniera simultanea per tutti i dati e con aeromobile ancora in volo, allorquando il parametro *normal acceleration*, espresso in “g” incrementa molto rapidamente il proprio valore fino a raggiungere i 2,98 “g” al *frame* 433301, così come rilevabile nel grafico di figura 17.

Tale particolarità presenta tutte le caratteristiche di una interruzione del funzionamento del FDR per intervento del dispositivo Inertia Switch al rilevamento di una accelerazione positiva lungo l’asse “Z” prossima a quella di intervento di 3 “g”. Tale ipotesi sarebbe altresì supportata dalla impropria modalità di montaggio del componente (di cui allo schema 1), in riferimento all’angolo di installazione.

Il parametro *longitudinal acceleration* viene espresso in “g” ed evidenzia una progressione dei valori registrati coerente con le fasi del volo (figura 18).

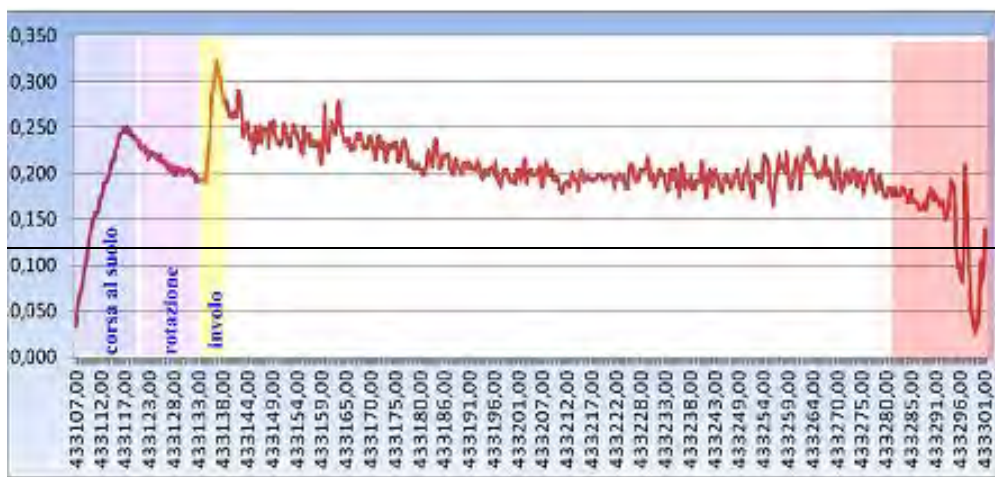


Figura 18: grafico della accelerazione longitudinale.

Il parametro *electric airspeed* viene espresso in nodi e con aeromobile fermo a terra, il valore registrato è pari a 49,47 nodi. Tale errore risulta essere presente su tutti i valori di velocità registrati per il volo in questione ed anche, in maniera sistematica, su tutti i voli precedenti. È inoltre presente sugli scarichi effettuati in precedenza per il controllo periodico dei dati FDR. Si ritiene pertanto che una tale anomalia possa essere conseguenza di una non ottimale calibrazione del sensore elettrico di rilevamento della velocità in sede di installazione iniziale. Nel diagramma di figura 19 vengono riportati i valori di velocità corretti dell’errore di 49,47 nodi.

Anche per questi valori a partire dal *frame* 433280 si nota un incremento della velocità, che raggiunge il valore massimo di 366 nodi al *frame* 433301 di interruzione della registrazione.



Figura 19: grafico della *electric airspeed*.

Il parametro dell'*electric altitude* viene espresso in piedi ed il valore registrato con aeromobile ancora fermo in pista risulta essere di 355 piedi, coerente con l'altitudine della pista stessa: quindi, i valori di quota registrati risultano essere riferiti alla quota pressione (QNH) in atto sull'aeroporto di Ciampino al momento del decollo.

Dal diagramma di figura 20 si osserva che la quota massima raggiunta è di 6294 piedi al *frame* 433288. Tale valore di quota massima non sembra essere coerente con quella massima registrata dal sistema radar di Roma ACC, che è di 6400 piedi.

Tale discrepanza parrebbe essere conseguenza della omogeneizzazione dei parametri di ogni singola testata radar, nonché della differente frequenza di campionamento che per il radar risulta essere ogni 4 secondi, mentre per l'apparato FDR avviene ad ogni secondo.

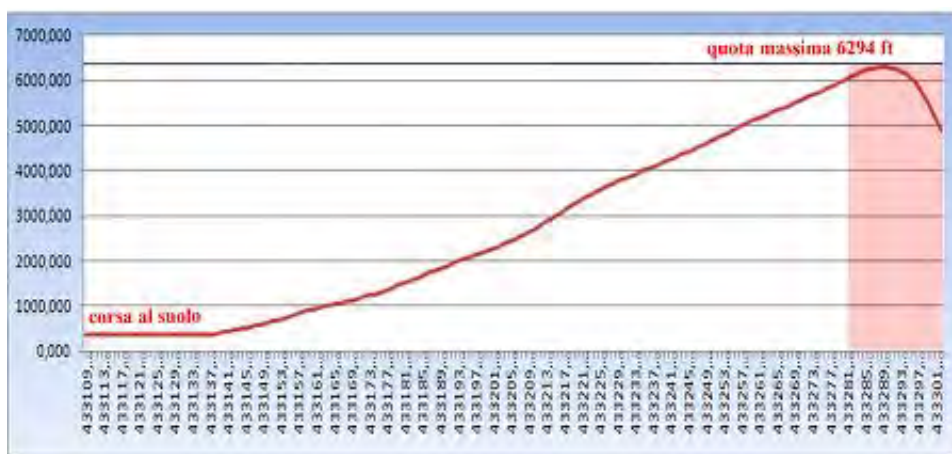


Figura 20: grafico della *electric altitude*.

Le variazioni di quota in tale unità di tempo registrate dal FDR evidenziano una decisa riduzione del rateo di salita a partire dal tempo 433282. Infatti il rateo medio di salita intorno a 2600 piedi al minuto, rilevabile nell'arco di 51 secondi compreso tra il *frame* 433230 ed il *frame* 433281, tende a ridursi progressivamente, per raggiungere i 13.440 piedi al minuto in discesa al *frame* 433301, così come illustrato in figura 21.

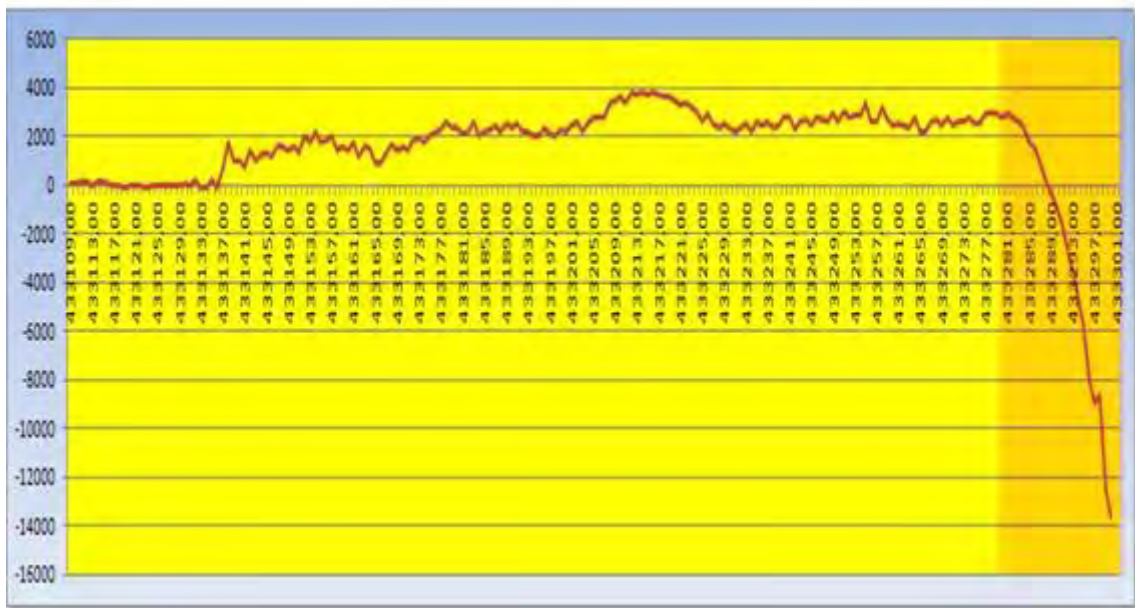


Figura 21: elaborazione della *vertical speed*.

Il parametro *magnetic heading* viene espresso in gradi magnetici ed i valori registrati al momento del decollo risultano coerenti con l'orientamento della pista in uso.

Dal grafico dei dati registrati e riportato in figura 22 si rileva che subito dopo il decollo, effettuato con prua di 151° magnetici, l'*heading* varia decisamente e costantemente verso il valore di 240°, per poi, con velocità angolare in costante riduzione, raggiungere il valore massimo di 274° al *frame* 433255. Da questo momento, con velocità angolare in costante incremento l'*heading* si porta al valore di 141° magnetici al *frame* 433301, momento in cui si verifica la interruzione delle registrazioni.

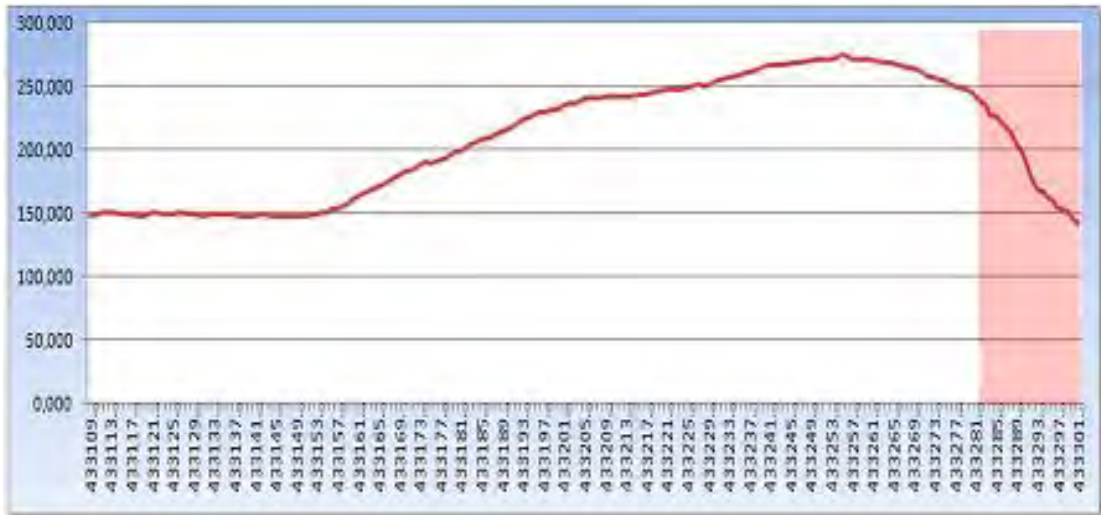


Figura 22: grafico della *magnetic heading*.

Tale particolarità nella variazione della *magnetic heading* è stata approfondita presso i laboratori dell'ANSV, mettendo tale dato in relazione all'angolo di *bank*, non presente fra i parametri registrati dal FDR, ma calcolato prendendo a riferimento il comportamento di un velivolo durante una virata corretta, ovvero assimilabile agli assetti acquisiti dall'aeromobile durante la prima parte del volo (figura 23). Essendo il volo perturbato da diversi fattori che allontanano il comportamento aerodinamico della macchina da una virata ideale, tale simulazione è da intendersi come rappresentata dalla curva in rosso del grafico stesso. Da tale grafico è possibile rilevare come l'angolo di *bank* vari in maniera costante e graduale dal *frame* 433239 al *frame* 433284, portandosi da circa 20° di angolo di *bank* a destra ad oltre 60° a sinistra.

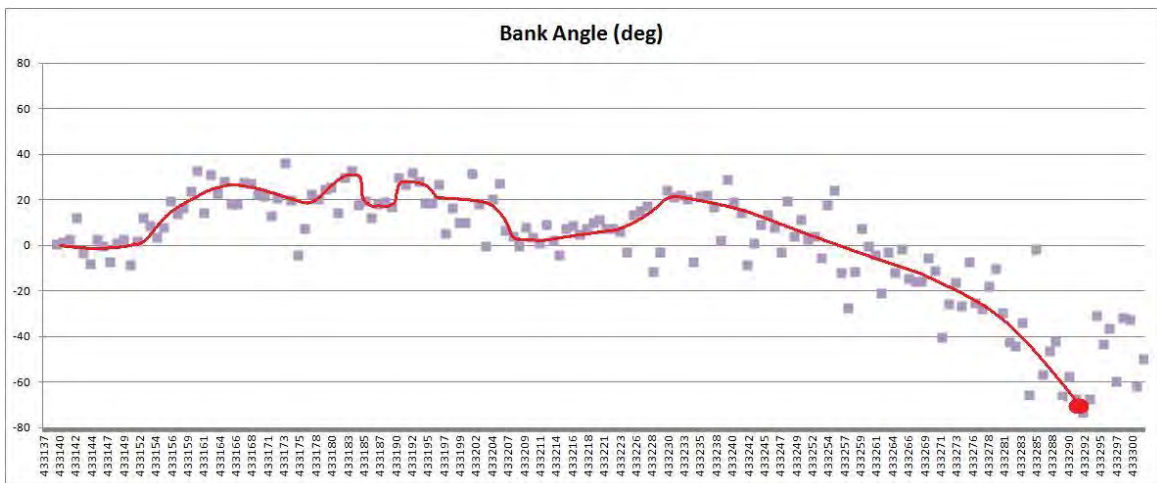


Figura 23: elaborazione dell'angolo di *bank*.

1.11.6. Estrazione dei dati dal CVR

Dall'esame del materiale fornito dall'autorità giudiziaria relativamente a tale attività è possibile dedurre che il prelievo dell'audio registrato dal CVR è avvenuto a seguito di:

- apertura dell'involucro esterno e della CSMU, utilizzando una mola abrasiva di tipo elettrica, come documentato dalla foto 11; l'utilizzo di tali attrezzi è sconsigliato per tali attività, in quanto le alte temperature generate per il taglio dei metalli e la produzione di frammenti incandescenti da abrasione possono comportare danneggiamenti addizionali sui componenti interni, soprattutto in caso di supporti di memoria magnetici;
- estrazione del gruppo meccanica di trascinamento dalla CSMU;
- recupero del nastro magnetico e dei relativi frammenti dalla meccanica di trascinamento (foto 12);
- ricomposizione del nastro magnetico con giunzione dei frammenti recuperati (foto 13);
- ascolto del nastro con riversamento su supporto informatico (CD-ROM) in *file* di tipo digitale formato .mp3.

Questo tipo di formato viene principalmente utilizzato al fine di ottenere *file* digitali di dimensioni contenute. Il processo di compressione utilizzato per la creazione di un *file* .mp3 rende tali *file* non idonei per una analisi dello spettro delle frequenze, necessaria per identificare ulteriori evidenze utili alle investigazioni.



Foto 12: stato del nastro magnetico del CVR.



Foto 13: ricomposizione frammenti del nastro.

Per tale ragione l'ANSV ha richiesto di poter effettuare una riacquisizione del nastro proveniente dal CVR. La copia è stata effettuata presso i laboratori dell'ANSV in data 4 agosto 2009, ovvero sei mesi dopo l'incidente, alla presenza di rappresentanti dell'autorità

giudiziaria. Al fine di verificare la idoneità del nastro a sopportare un nuovo processo di lettura si è proceduto ad un esame preliminare del suo stato, constatando quanto segue:

- la presenza di alcuni stiramenti e deformazioni del nastro (foto 14);
- la presenza di una giunzione ad una distanza di 28,04 m dall'inizio del nastro;
- la presenza di ulteriori n. 5 punti di giunzione concentrati principalmente nell'ultimo tratto di 0,60 m del nastro (foto 15).

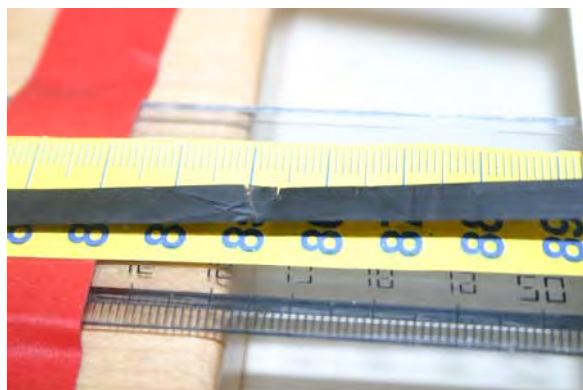


Foto 14: deformazioni e stiramenti del nastro.



Foto 15: giunture alla estremità del nastro.

Constatata la fattibilità di un nuovo processo di lettura senza alcun rischio di danneggiare ulteriormente il nastro, si è proceduto tramite gli apparati in dotazione presso i laboratori della ANSV.

Successivamente, l'ANSV ha proceduto, in collaborazione con il Reparto investigazioni scientifiche (RIS) dei Carabinieri di Roma, ad un esame approfondito dell'audio prelevato dal CVR, effettuando:

- la trascrizione delle conversazioni registrate;
- la individuazione di tutti i suoni o rumori presenti, provvedendo anche ad isolare ed amplificare quelli di debole intensità o di difficile comprensione;
- l'analisi in frequenza di ogni singolo suono o rumore individuato.

Non sono stati individuati suoni o rumori tali da poter essere riconducibili ad eventuali *failure* o malfunzionamenti degli impianti e sistemi di bordo.

1.11.7. Trascrizione dei dati registrati dal CVR

Di seguito si riportano i punti salienti di quanto rilevato dal nastro del CVR, in linea con quanto contemplato dalla normativa internazionale in materia di utilizzazione delle registrazioni del CVR.

- Al minuto 03'02" il comandante effettua la prima chiamata radio alla TWR di Ciampino con richiesta di autorizzazione a muovere dallo *stand* G18 allo *stand* 407 per poter effettuare il rifornimento di carburante.
- Al minuto 03'12" l'operatore ATC risponde autorizzando lo spostamento.
- Dal minuto 8'07" al minuto 15'28" si registrano conversazioni in cabina, da cui si rileva il mancato avviamento dell'APU e la decisione dell'equipaggio di effettuare la messa in moto dei motori con le batterie di bordo.
- Al minuto 15'28" il CVR registra la comunicazione del primo ufficiale con la TWR per la richiesta della messa in moto, registrata dalla stessa alle ore 04.45'30", ossia dopo 22'43" dalla prima richiesta di riposizionamento. Tale differenza temporale non trova riscontro con le tempistiche del CVR, che fornisce invece una differenza di soli 12'43", per cui appare evidente che l'aeromobile sia stato plausibilmente disalimentato durante il rifornimento di carburante. Quindi, solo da questo momento è possibile effettuare una attività di sincronizzazione degli orari UTC attribuiti dagli apparati ATC a terra con le tempistiche rilevabili dal CVR. Tale sincronizzazione, tuttavia, evidenzia un progressivo disallineamento degli orari, dovuto, con buona probabilità, all'utilizzo di *file* .mp3 (così come fornito dall'Aeronautica militare) per le comunicazioni terra-bordo-terra nell'attribuire gli orari ad ogni singola conversazione. Tale disallineamento è stato poi completamente annullato riferendo la registrazione del CVR alle comunicazioni con Roma ACC.
- Dal minuto 17'07" al minuto 23'19" l'equipaggio effettua le operazioni di messa in moto dei motori, richiedendo l'autorizzazione a muovere dallo *stand* 407 alla posizione attesa "15". In tale intervallo di tempo, più precisamente dal tempo 20'58" al tempo 21'09", l'equipaggio effettua, tra l'altro, anche il controllo dell'autopilota, che viene comunque lasciato su "OFF".
- Dal minuto 23'19" al minuto 27'52" l'equipaggio effettua il rullaggio al punto attesa "15" ricevendo dalla TWR tutte le informazioni sulle condizioni meteo in atto e le istruzioni sulle procedure strumentali da seguire dopo il decollo, ossia la SID PEMAR 5A. Durante il rullaggio l'equipaggio continua con i controlli in cabina, posizionando i flap a 7° per il decollo. Nel predisporre la strumentazione di bordo per la esecuzione della SID il comandante commenta – in sintesi – che molto probabilmente, in assenza di altro traffico, gli enti del controllo del traffico aereo avrebbero potuto autorizzare un percorso alternativo. Il comandante, mentre il primo ufficiale inserisce sul VOR la

frequenza di Latina in *stand-by*, decide di inserire sull'apparato ADF la frequenza del locatore PRA (inefficiente da NOTAM).

- Dal minuto 27'52" al minuto 29'10", raggiunta la posizione attesa per RWY 15, l'equipaggio richiede l'autorizzazione al decollo ed entra in pista, effettuando i controlli pre-decollo ed il *crew briefing*.
- Al minuto 29'41", con il velivolo all'inizio della corsa di decollo ed il comandante ai comandi, il primo ufficiale effettua la prima comunicazione di controllo: «Airspeed... alive».
- Al minuto 29'44" il primo ufficiale effettua la comunicazione «80 nodi».
- Al minuto 29'54" il primo ufficiale effettua la chiamata standard «V1».
- Al minuto 29'55" il primo ufficiale effettua la chiamata standard «Vr».
- Al minuto 29'58" il primo ufficiale comunica «Positive rate», ed il comandante comanda «Gear up», ed il primo ufficiale conferma «Lights out, yaw damper on».
- Al minuto 30'04" si rileva il primo avviso sonoro di intervento della regolazione trim longitudinale per la durata di circa 4 secondi.
- Al minuto 30'13" si rileva il secondo avviso sonoro di intervento della regolazione trim longitudinale per la durata di circa 4 secondi.
- Al minuto 30'17" la TWR comunica l'avvenuto decollo sull'ora e l'istruzione a contattare Roma Radar.
- Al minuto 30'26" si rileva il terzo avviso sonoro di intervento della regolazione trim longitudinale per la durata di circa 3 secondi.
- Al minuto 30'27" il primo ufficiale comunica «Flap up-up».
- Al minuto 30'36" il primo ufficiale entra in contatto con Roma Radar.
- Al minuto 30'41" si avverte il quarto avviso sonoro di regolazione trim longitudinale per la durata di circa 4 secondi; si sente quindi Roma Radar che comunica «Buon giorno AOE 301, squawk ident, right direct to Bolsena, climb level 240, no speed restriction».
- Al minuto 30'49" il primo ufficiale conferma «To Bolsena up level 240, no speed restriction, 301».
- Al minuto 30'56" Roma Radar comunica «AOE 301 Roma, radar contact, passing now 2000 feet».
- Al minuto 30'58" il comandante, rivolto al primo ufficiale, commenta «In questi casi chiedi se conferma a destra per Bolsena, perché sai ... potrebbe anche essere right right to Bolsena».
- Al minuto 31'01" il primo ufficiale conferma «sì... sì».

- Al minuto 31'04" il comandante dice «...però».
- Al minuto 31'05" Roma Radar comunica «301 Roma, radar contact».
- Al minuto 31'06" il primo ufficiale risponde «Radar contact too [*incomprensibile*]».
- Al minuto 31'09" il primo ufficiale esclama «Ok».
- Al minuto 31'09" il comandante dice «Glielo chiediamo?... no... va».
- Al minuto 31'11" il comandante dice «Io ce vado lo stesso... [*omissis*]».
- Al minuto 31'12" si rileva il quinto ed ultimo avviso sonoro di regolazione trim longitudinale per la durata di circa 3 secondi.
- Al minuto 31'13" il primo ufficiale pronuncia «Sì».
- Al minuto 31'14" il primo ufficiale di nuovo «Metto Bolsena, intanto».
- Al minuto 31'18" il comandante «Sì, mettimi Bolsena, va».
- Al minuto 31'44" il primo ufficiale «Bolsena set».
- Al minuto 31'52" il comandante «Quanto mi dice? ...336?».
- Al minuto 31'56" il primo ufficiale «336...sì».
- Al minuto 32'00" il primo ufficiale dice «Sì».
- Da questo momento per circa 30 secondi durante la registrazione non si rilevano ulteriori conversazioni o avvisi.
- Al minuto 32'30" il primo ufficiale, rivolto al comandante, esclama «Attenzione!». Il tono della voce pare essere normale e senza alcuna nota di allarmismo.
- Al minuto 32'30" il comandante, con tono sorpreso, quasi in contemporanea con la parola «Attenzione!» pronunciata dal primo ufficiale, pronuncia una parola di stupore.
- Al minuto 32'31" il comandante, con tono contrariato, pronuncia per due volte una espressione di disappunto. Le parole, così come pronunciate, parrebbero manifestare la individuazione di una situazione inaspettata e non coerente con le aspettative.
- Al minuto 32'38" il primo ufficiale, con tono allarmato, ma deciso, pronuncia in rapida successione «Bank, bank, bank».
- Al minuto 32'39" il comandante, con tono allarmato e preoccupato, pronuncia nuovamente la predetta espressione di disappunto. Il tono della voce pare essere, in questa specifica circostanza, quello di una persona consapevole di non riuscire a controllare una situazione che sta diventando sempre più critica.
- Al minuto 32'45" interviene il suono modulato della sirena di allarme del GPWS.
- Al minuto 32'46" interviene l'avviso del GPWS "*sink rate*".

- Al minuto 32'47" interviene l'avviso sonoro relativo alla condizione di "overspeed", che rimane costantemente attiva ed in sovrapposizione agli avvisi successivi fino all'impatto al suolo.
- Al minuto 32'48" interviene l'allarme del GPWS unitamente al messaggio "pull up", con in sottofondo l'avviso sonoro relativo alla condizione persistente di "overspeed", condizione che permane e si ripete ai minuti 32'51'', 32'54'', 32'56''.
- Al minuto 32'57" le registrazioni si interrompono bruscamente.

1.11.8. Evidenze rilevate dai dati registrati dal CVR

Dai suoni e dalle conversazioni registrate dal CVR si rileva quanto segue.

- Durante tutto il volo il comandante era il pilota ai comandi dell'aeromobile (PF).
- Le comunicazioni radio sono state effettuate tutte dal primo ufficiale, ad eccezione del primo contatto con la TWR di Ciampino, che è stato effettuato dal comandante.
- L'equipaggio aveva effettuato il previsto controllo di efficienza dell'impianto autopilota senza riscontrare anomalie.
- Non si registrano richieste verbali di inserimento dell'autopilota, conferme verbali successive ad un eventuale positivo inserimento, avvisi sonori di disinserimento, che possano far presupporre l'avvenuto inserimento dell'autopilota dopo il decollo.
- L'equipaggio aveva selezionato la posizione dei flap a 7° durante la fase di rullaggio prima del decollo.
- L'equipaggio era stato autorizzato, all'atto della dettatura della *clearance*, alla SID PEMAR 5A, da eseguire dopo il decollo.
- L'equipaggio aveva controllato sulla propria documentazione i parametri di esecuzione della procedura con riferimento alla virata a destra per Pratica poi a sinistra su *bearing* 080 da Pratica per intercettare la radiale 358 da Latina, predisponendo in *stand-by* il VOR di Latina ed inserendo la frequenza di PRA L (non disponibile da NOTAM).
- Non si registra alcun tipo di controllo della SID con la procedura verosimilmente inserita nel FMS.
- Nel corso del sintetico *briefing* sulla SID il comandante ha commentato che molto probabilmente, una volta in volo, il competente ente del controllo del traffico aereo li avrebbe comunque autorizzati a seguire una rotta diversa.
- Il decollo si è svolto regolarmente con flap estratti a 7°.
- Immediatamente dopo il decollo, alla chiamata «Positive rate» veniva retratto il carrello.

- Dopo il decollo veniva inserito lo *yaw damper* e, dopo la conferma della *flap retraction speed*, venivano retratti i flap.
- Il trim longitudinale veniva azionato per cinque volte
 - 1^a volta al decollo + 8” per una durata di 4”;
 - 2^a volta al decollo + 17” per una durata di 4”;
 - 3^a volta al decollo + 30” per una durata di 3”;
 - 4^a volta al decollo + 43” per una durata di 4”;
 - 5^a volta al decollo + 1’15” per una durata di 3”.
- Dopo il decollo, la TWR di Ciampino istruiva al cambio con Roma Radar. L’equipaggio stabiliva quindi il contatto radio con Roma Radar, che autorizzava il velivolo ad una rotta diretta a destra per Bolsena.
- A seguito di tale autorizzazione il comandante, rivolto al primo ufficiale, osservava che comunque era necessario ottenere una conferma a proposito della virata a destra. Successivamente il comandante, dopo aver manifestato il dubbio se chiedere nuovamente conferma del rilascio dell’autorizzazione alla rotta diretta per Bolsena, optava comunque per andarci. In tale occasione il primo ufficiale comunicava al comandante l’intenzione di inserire i dati del VOR di Bolsena. Il comandante dava il proprio assenso.
- A questo punto il comandante chiedeva al copilota quale fosse il valore della rotta risultante per Bolsena, domandando se il valore fosse 336. Il copilota verificava la rotta, confermando.
- Dopo questa ultima conversazione, e per i successivi 30 circa secondi, non si rilevano ulteriori conversazioni o avvisi all’interno della cabina di pilotaggio o ulteriori comunicazioni con gli enti del controllo del traffico aereo in cabina fino al pronunciamento della parola «Attenzione!» da parte del primo ufficiale in concomitanza con una esclamazione del comandante.
- Non si registra la effettuazione verbale dei controlli “*after take off and climb*”.
- Non si registra conferma verbale delle selezioni delle informazioni EFIS e *flight director* relativamente alle modalità di navigazione laterale o verticale.
- Non si registrano richieste di prue (*heading bug*) o *steering*, né inserimento di quote/FL, né inserimento di QNE alla altitudine di transizione.

Al fine di poter allineare le conversazioni registrate dal CVR con i *frame* del FDR si sono individuate quelle conversazioni che potevano essere più facilmente associabili ai parametri di volo registrati dal FDR, come, ad esempio: «Airspeed... alive», «V1», «Vr», «AOE 301 Roma, radar contact, passing now 2000 feet».

Va evidenziato, tuttavia, come un tale processo di riallineamento e sincronizzazione risenta, comunque, di un margine di errore quantificabile intorno al secondo, derivante dagli anticipi o ritardi con cui una persona rileva un parametro per poi comunicarlo verbalmente.

Successivamente si è proceduto ad un ulteriore allineamento dei dati di altitudine registrati dal FDR con quelli rilevati dal sistema radar di Roma ACC, in modo da sincronizzare tutti i dati provenienti dalle differenti sorgenti con i relativi orari UTC.

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



Foto 16: panoramica del luogo dell'incidente.

L'area dell'incidente, di natura prettamente agricola, presenta una orografia pressoché pianeggiante, con lievi ondulazioni del terreno confluenti in fossi e scarpate di lieve preminenza. Nell'area insistono anche isolati insediamenti rurali caratterizzati da abitazioni civili e strutture per allevamenti di bovini (foto 16).

Il luogo dell'incidente è situato in corrispondenza di un terrapieno, su cui sono presenti alcune stalle e strutture varie (recinti, depositi, ecc.); a circa 200 m da tali strutture sono presenti alcuni caseggiati rurali e depositi di attrezzature agricole.

1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami

Sul luogo dell'incidente era rilevabile un cratere di impatto in prossimità della base della scarpata del terrapieno e distante da essa circa 5 m (foto 17).



Foto 17: terrapieno con scarpata e punto di impatto.

Il terreno era di natura compatta, non arato e ricoperto da erba spontanea alta circa 30 cm. Il cratere di impatto, identificabile dalle coordinate $41^{\circ} 44' 34.26''$ N, $12^{\circ} 28' 59.45''$ E, era costituito da un solco nel terreno orientato in direzione $275^{\circ}/095^{\circ}$ magnetici perpendicolarmente alla direzione di impatto di 005° , che si estendeva per una lunghezza totale di 17,40 m. La larghezza massima del solco era di 7,30 m nel punto centrale, per una profondità di circa 0,70 m.



Foto 18: primo piano del cratere di impatto visto dalla sommità del terrapieno.

La conformazione del cratere rispecchiava la sezione frontale dell'aeromobile e presentava una incisione netta del terreno nel lato a Sud, con proiezione di terra verso il lato a Nord lungo il pendio della scarpata fino oltre la sua sommità. La suddetta incisione netta del terreno nel lato a Sud era profonda circa 0,70 m.

Oltre al cratere di impatto non erano rilevabili ulteriori tracce sul terreno, ad eccezione di strisciate e riporti di terriccio sul pendio della scarpata.

I rottami dell'aeromobile erano distribuiti a partire dal cratere di impatto in direzione Nord all'interno di un settore di circa 40° di ampiezza per un raggio di circa 350 m, orientato per 005° magnetici come da figura 24. In tale figura sono indicate le posizioni delle parti di maggiori dimensioni e più facilmente identificabili. Tutto il settore risultava disseminato in maniera pressoché uniforme di rottami di piccole dimensioni.

Due parti di motore sono state rinvenute in prossimità del punto di impatto a sinistra e al di fuori del settore di distribuzione dei rottami. Tale posizione è stata ragionevolmente determinata dal rimbalzo delle stesse contro il pendio della scarpata durante l'impatto al suolo dell'aeromobile.

Nel settore di distribuzione dei rottami, per un raggio di circa 50 m dal punto di impatto, erano presenti rottami di piccole dimensioni con tracce di incendio o con incendio di piccola entità ancora in atto: si può ritenere che lo stesso si sia sviluppato a seguito dell'impatto al suolo per proiezione del combustibile contenuto nei serbatoi.

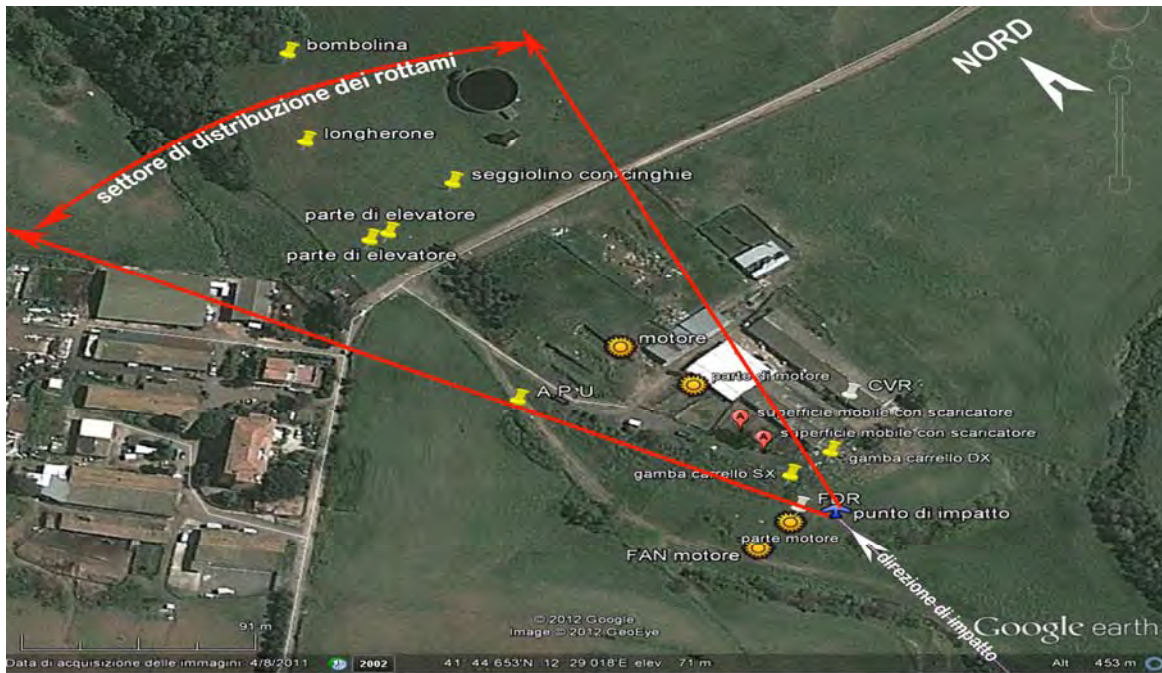


Figura 24: settore di distribuzione dei rottami.

Tra i rottami sono state rinvenute le due gambe di forza del carrello principale (foto 19 e 20): esse erano state proiettate sulla scarpata di fronte al punto di impatto.



Foto 19: gamba di forza del carrello principale destro. Foto 20: gamba di forza del carrello principale sinistro.

Esternamente al settore di distribuzione dei rottami e verso Sud rispetto al punto di impatto non sono stati rinvenuti rottami o parti dell'aeromobile eventualmente staccatesi in volo dallo stesso prima dell'impatto al suolo. Nessuna segnalazione di rinvenimento di parti di aeromobile è pervenuta sia nell'immediatezza dell'incidente sia nei giorni successivi da residenti nell'area circostante l'incidente. Nel corso delle operazioni di bonifica della zona dell'incidente si è provveduto a rimuovere tutto il terreno all'interno del cratere di impatto, rilevando la presenza di piccoli frammenti di struttura a profondità non superiore ai 60 cm.

La conformazione del cratere di impatto, il ristretto settore di distribuzione dei rottami, l'elevato grado di frammentazione a cui è stata soggetta la struttura dell'aeromobile, la elevata distanza a cui i rottami sono stati proiettati attestano che l'impatto al suolo dell'aeromobile è avvenuto con ali pressoché livellate, con angolo di impatto di circa 60° e con velocità estremamente elevata.

1.12.3. Esame del relitto

Qualche giorno dopo l'incidente l'autorità giudiziaria disponeva la rimozione dei rottami dal luogo dell'evento, che venivano raccolti e depositati presso un magazzino in custodia giudiziaria. Dato l'elevato livello di frammentazione è stato possibile stivare tutto il materiale all'interno di alcune casse di legno (foto 21), tranne alcuni pannelli metallici di maggiori dimensioni che venivano conservati vicino alle casse come parti sciolte (foto 22).



Foto 21: rottami conservati in casse.



Foto 22: rottami di maggiori dimensioni.

Nel mese di ottobre 2009, l'ANSV, unitamente al consulente della autorità giudiziaria, ad un tecnico investigatore del NTSB accreditato nell'inchiesta di sicurezza e ai consulenti di quest'ultimo, ha effettuato una minuziosa ispezione dei rottami recuperati.

Tutti i frammenti sono stati prelevati dalle casse e, per quanto possibile, selezionati, sulla base dell'impianto o struttura di appartenenza. Sono stati quindi esaminati al fine di individuare eventuali elementi significativi sul loro stato di efficienza o funzionamento al momento dell'incidente.

Più in particolare si rappresenta quanto segue.

- Le gambe di forza del carrello principale e di quello anteriore presentavano rotture e danneggiamenti dei cinematismi, tali da indicare che al momento dell'impatto il carrello era retratto. Tutte le rotture presentavano caratteristiche da cedimento per sovraccarico.

- Lo stato e le posizioni reciproche di alcuni cinematismi relativi all'impianto flap fornivano indicazione di flap retratti.
- I motori sono stati rinvenuti separati dalla struttura di fusoliera e totalmente smembrati nelle loro parti. Più in particolare, per entrambi i motori si è verificata la totale separazione della parte centrale (*core*) dai *fan* e dai relativi accessori (foto 23 e 24).
- Le parti rotanti dei fan dei compressori e delle turbine evidenziano rotture e deformazioni da elevati regimi di rotazione (foto 25 e 26).



Foto 23: *core* dei motori.



Foto 24: *fuel control* dei motori.



Foto 25: *fan rotor* motore sinistro.



Foto 26: *fan rotor* motore destro.

- Non è stato possibile analizzare completamente le linee di comando delle superfici aerodinamiche dell'aeromobile a causa dell'elevata frammentazione dei relativi componenti.
- Le superfici aerodinamiche erano altamente frammentate per le elevatissime forze risultanti dall'impatto con il terreno. Sono stati recuperati trenta spezzoni di cavi di comando delle superfici di controllo di lunghezze variabili tra i 30 e i 244 cm. Tutte le

fratture dei cavi recuperati sono state identificate come compatibili con un sovraccarico in tensione o tranciamento in seguito alle forze generatesi all'impatto. I leveraggi, le pulegge, le aste, gli attuatori e gli altri componenti dei comandi di volo erano separati dalla struttura ed altamente danneggiati a seguito della collisione con il terreno. Gli alettoni sono stati recuperati, tra i rottami, separati dalle ali.

- Non è stato rinvenuto il comando dell'*aileron* trim, pertanto non è stato possibile stabilirne la posizione prima dell'impatto. La deriva era separata in più parti, così come il timone di direzione.
- La aletta del *rudder* trim è stata trovata separata dal timone di direzione e dallo stabilizzatore. L'attuatore del *rudder* trim non è stato rinvenuto, per cui non è stato possibile definire la posizione del *rudder* trim.
- L'attuatore del trim longitudinale (*pitch* trim, foto 27 e 28) è stato rinvenuto parzialmente smembrato, ma con la parte relativa al pistone di spinta e riduttore di giri pressoché integra: si è proceduto, al riguardo, all'esame radiografico dei cinematismi interni, al fine di accertare la posizione della chiocciola sulla vite senza fine del pistone di spinta. La chiocciola è risultata essere correttamente inserita sulla vite senza fine. La posizione della chiocciola rispetto alla lunghezza totale della vite senza fine risulta essere di difficile determinazione, tuttavia essa appare in posizione intermedia e non a fondo corsa di una delle estremità della vite. Tale posizione risulta essere compatibile con gli spostamenti subiti a seguito degli interventi sul trim longitudinale effettuati dall'equipaggio durante la fase di salita subito dopo il decollo e documentati dagli avvisi sonori registrati dal CVR.



Foto 27: attuatore trim longitudinale.

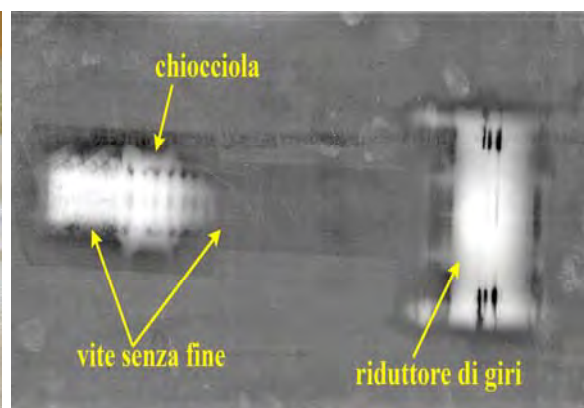


Foto 28: radiografia.



Foto 29: alcuni frammenti di strumentazione.



Foto 30: *master caution panel*.

- Tutta la strumentazione di bordo ed i sistemi di navigazione hanno subito un livello di distruzione tale da non permettere una ulteriore analisi (foto 29).
- Il *master caution panel* (foto 30) è stato ricomposto e segregato separatamente rispetto agli altri frammenti di strumentazione di bordo: lo stesso è stato esaminato presso i laboratori dell'ANSV solo visivamente, senza alterarne lo stato in cui è stato rinvenuto. Il pannello presentava la struttura totalmente deformata, con alcune spie separate dalla struttura metallica che le tiene insieme nel pannello stesso. Al fine di poter risalire alla eventuale accensione in volo di una o più di tali spie, a segnalazione di una possibile avaria agli impianti, si è valutata l'opportunità di effettuare un accertamento (non ripetibile, in quanto avrebbe portato allo smembramento dei componenti del pannello, che peraltro era stato posto sotto sequestro da parte dell'autorità giudiziaria) denominato *bulb analysis*. Tuttavia, in assenza di specifici avvisi sonori di avaria registrati dal CVR, si è ritenuto che la effettuazione di un tale accertamento non avrebbe comunque portato al reperimento di ulteriori elementi oltre a quelli già disponibili.

1.12.4. Avarie connesse con l'evento

Dalla documentazione tecnica esaminata e dall'esame dei rumori e delle conversazioni registrati dal CVR non sono emerse evidenze di avarie agli impianti di bordo manifestatesi durante il volo, che potrebbero avere avuto una qualche correlazione con la dinamica dell'evento.

Nel corso dei controlli effettuati dall'equipaggio prima della messa in moto dei motori, lo stesso riscontrava l'avaria del generatore APU, per cui la messa in moto veniva effettuata con le batterie di bordo. Lo stato delle batterie dopo la messa in moto era nella norma, così come si evince dai controlli alla messa in moto effettuati dall'equipaggio.

Non risulta dalle evidenze acquisite, né dalle registrazioni del CVR, che, a seguito di tale avaria del generatore APU, sia stata consultata la lista MEL per poter valutare la permanenza delle condizioni di aeronavigabilità dell'aeromobile. La lista MEL di cui sopra prevede, infatti, che, in caso di avaria dell'intero APU (non è previsto il solo caso di avaria del generatore), l'aeromobile possa conservare la sua aeronavigabilità a seguito dell'applicazione dell'*item* 49-20-01, che prevede la possibilità di volare per 10 giorni calendariali consecutivi con l'APU inoperativo. Tale *item* prevede, altresì, l'esecuzione di una *maintenance procedure* che deve essere attuata da personale tecnico certificato (rif. *Airone Executive Operation Manual* A.8.1, p. 28, rev. 14 luglio 2008).

Come si evince dalle registrazioni del CVR, durante i controlli effettuati prima della partenza l'equipaggio rilevava una scarsa visibilità dei dati da parte della strumentazione EFIS. La causa è stata immediatamente individuata in una errata regolazione della luminosità dei pannelli, che è stata subito ripristinata.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Le indagini autoptiche si sono rivelate particolarmente complesse a causa dello stato di rinvenimento dei resti dei due piloti. Le conclusioni medico-legali attribuiscono la causa della morte alla notevole lesività corporea derivante da un incidente aereo.

I campionamenti effettuati su alcune parti dell'organismo non sono stati idonei all'espletamento di indagini tossicologiche, che possano contribuire a chiarire la *causa mortis* ovvero la dinamica dei fatti.

Dalla analisi delle voci registrate dal CVR non si evince la sussistenza di stati di stanchezza o affaticamento dei due piloti, ad eccezione di un leggero stato di infreddatura di uno dei due membri di equipaggio (primo ufficiale).

1.14. INCENDIO

I focolai di incendio si sono spenti autonomamente dopo breve tempo dall'impatto al suolo dell'aeromobile o a seguito dell'intervento dei Vigili del fuoco.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

La violenza dell'impatto al suolo, testimoniata dalla estrema frammentazione delle strutture dell'aeromobile che ne è conseguita, non ha consentito alcuna possibilità di sopravvivenza ai due membri di equipaggio.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Il simulatore di progetto del velivolo Cessna 650 Citation III non era più disponibile al momento dell'indagine, dal momento che il velivolo in questione non era più in produzione. È stata pertanto effettuata una serie di prove presso il CAE Multi Crew dell'Aeronautica militare, a Pratica di Mare, con un simulatore FSTD ALSIM ALX, al fine di riprodurre la sequenza degli eventi, valutando gli aspetti peculiari di *crew resource management* e di *multi crew coordination*, che possano avere contribuito alla genesi dell'evento:

- dinamica e interazione CRM;
- traiettorie di volo;
- simulazioni di rimessa da assetto inusuale.

Per effettuare la simulazione si è utilizzato un modello generico di simulazione del tipo *light jet*, impostando le condizioni meteorologiche e di visibilità presenti durante l'evento.

Le condizioni di volo riprodotte si sono basate sui dati ricavati dal FDR, effettuando le azioni che si sono potute evincere dal CVR opportunamente sincronizzato.

È stata quindi effettuata più volte la simulazione di una manovra di rimessa da assetto inusuale, fondata, invece che sulla interpretazione degli strumenti, sulla convinzione illusoria di essere inclinati in modo accentuato dalla parte opposta. Tale manovra, accentuando così ulteriormente l'assetto inusuale e facendo entrare l'aeromobile in una virata a spirale con angolo di *bank* superiore ai 90°, è risultata compatibile con la traiettoria percorsa dal velivolo ricostruita sullo studio delle evidenze radar e FDR.

È necessario sottolineare che tali prove rivestono valore di tipo qualitativo, in quanto il modello matematico utilizzato per il simulatore non è supportato da dati provenienti da *test flight* di riferimento dell'aeromobile oggetto dell'evento. Ovvero, ad alti angoli di *bank* ed alti "g" i dati ottenuti non possono essere validati al 100%. Di contro, la simulazione elaborata dall'ALSIM viene costruita computando le forze aerodinamiche insistenti sull'aeromobile fino a 30 volte al secondo: per tale motivo l'inviluppo di volo del simulatore risulta essere più esteso delle "*normal flight condition*" per cui è stato progettato, come

confermato dallo stesso costruttore del simulatore. Per tale motivo l'*outcome* dei test effettuati risulta, come già precisato, quantomeno valido sotto un profilo qualitativo.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

Operatore

La Air One Executive SpA, esercente dell'aeromobile I-FEEV, è titolare di licenza di esercizio per l'effettuazione, a titolo oneroso, di trasporto aereo passeggeri e merci con aeromobili di peso massimo al decollo inferiore alle dieci tonnellate e/o con capacità inferiore a venti posti. La licenza è stata rilasciata dall'ENAC il 3 agosto 2004.

La suddetta società è altresì in possesso del COA numero I-077 rilasciato dall'ENAC in data 16 luglio 2008.

Il comandante coinvolto nell'incidente dell'I-FEEV aveva ricoperto, sino al 17 ottobre 2008, in seno alla suddetta società, anche gli incarichi di direttore operazioni volo (*Flight Operations Postholder*), di *Crew Training Postholder* e di *Ground Operations Postholder*, come si evince dalla specifica delle operazioni allegata al COA numero I-077. Dalla revisione 1 della specifica delle operazioni emessa dall'ENAC in data 17 ottobre 2008 emerge che, nel frattempo, erano intervenute delle variazioni nella attribuzione degli incarichi aziendali e nominato un nuovo *Crew Training Postholder*. Pertanto, alla data dell'incidente, il suddetto comandante ricopriva i ruoli di *Flight Operations Postholder* e di *Ground Operations Postholder*.

Dagli accertamenti documentali effettuati in corso di inchiesta è emerso che l'aeromobile marche I-FEEV – pur potendo la Air One Executive SpA svolgere attività EMS – non era tra quelli autorizzati ad operare la suddetta attività (dato rinvenibile nel documento specifica delle operazioni).

Alla data dell'incidente la Air One Executive SpA impiegava, a fronte dell'utilizzo di quattro aeromobili, un totale di 12 piloti, tra comandanti e copiloti.

La Air One Executive SpA, per l'addestramento dei propri piloti, si avvaleva del centro di addestramento per le abilitazioni per tipo (TRTO) della Air One SpA. Quest'ultima, a sua volta, per l'addestramento su aeromobili tipo C550, C650 e Falcon 20 si avvaleva di piloti in possesso delle previste certificazioni ENAC (TRI e TRE), dipendenti della stessa Air One Executive SpA.

La manutenzione di tre dei quattro aeromobili operati dalla Air One Executive SpA, compresa quella dell'I-FEEV, era eseguita dalla Air One SpA (impresa in possesso di certificazione secondo Parte 145 rilasciata dall'ENAC).

Il quarto aeromobile operato dalla società effettuava invece la manutenzione direttamente presso il relativo costruttore.

Il programma di manutenzione redatto dall'operatore il 25 luglio 2008 ed approvato dall'ENAC il 20 agosto 2008 prevedeva l'effettuazione di ispezioni giornaliere. Tali ispezioni (*daily check*) venivano effettuate in accordo a quanto indicato al Cap. 3 del predetto programma: «Operation type: Daily Check. Interval: to be accomplished at the Main Base before the first flight of the day or every seven days if the a/c is operated out of the Main Base. Ref. Document EXE CSN 650 DC. Notes: within the seven days maximum of a/c operated out from the Main Base, Daily Check can be carried out by properly qualified personnel».

La circolare ENAC NAV 26C del 24 gennaio 2007, avente per oggetto “Programmi di manutenzione”, in appendice 4 prescrive che «il programma di manutenzione deve prevedere con adeguata alta frequenza (ad es. settimanale) che l'ispezione prevolo sia effettuata e rilasciata da personale Certifying Staff dell'impresa di manutenzione che supporta l'esercente, a meno che lo stesso programma di manutenzione con pari frequenza non preveda una ispezione avente contenuto non inferiore alla ispezione prevolo.».

Le informazioni acquisite in merito hanno fornito indicazioni che il giorno dell'incidente era stata richiesta la presenza in aeroporto, oltre che dei piloti, anche del tecnico certificato per l'effettuazione della ispezione giornaliera, essendo l'aeroporto di Ciampino la base principale della società in questione. Nel corso delle attività di indagine sono stati intervistati l'*Accountable Manager*, il Direttore tecnico e l'addetto all'Ufficio operazioni della società esercente dell'aeromobile, i quali hanno illustrato le modalità e le tempistiche di richiesta e di attuazione del volo. Nel corso di tali interviste, proprio per quanto concerne l'effettuazione della ispezione giornaliera, è emerso che la mattina dell'incidente il tecnico che avrebbe dovuto effettuare la ispezione in questione prima del volo, seppure avvisato, non era arrivato per tempo in aeroporto.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Check list abbreviata Air One Executive SpA

Per la successiva analisi delle dinamiche occorse nelle fasi di volo applicabili all'incidente si è ritenuto opportuno riportare le procedure normali della *check list* abbreviata adottata dalla Air One Executive SpA.

BEFORE TAKEOFF

SEAT/SEAT BELTS HARNESS	CHECK/SECURE
FLAPS	CHECK/SET FOR TAKEOFF
SPEEDBRAKE/SPOILER LEVERS	FORWARD
TRIMS	SET FOR TAKE OFF
STBY ATTITUDE INDICATOR	UNCAGED
CREW BRIEFING	COMPLETE
Cleared for Takeoff	
CONTROL LOCK	OFF
FLIGHT CONTROLS	FREE
IGNITION	ON
RAT/PITOT/STATIC HEAT Switches	ON
ANTI-ICE	AS Required
EXTERIOR LIGHTS	AS required
TRANSPONDER/RADAR	ON/AS Required
ANNUNCIATOR PANEL	CHECK
APR	AS Required
ENGINE INSTRUMENTS	CHECK

AFTER TAKEOFF AND CLIMB

LANDING GEAR	UP
LANDING LIGHTS	OFF
FLAPS	UP
YAW DAMPER	ON
THRUST	SET FOR CLIMB
APR	DISARM
ENGINE SYNC	AS Required
IGNITION	NORMAL

PRESSURIZATION	CHECK
BAGGAGE HEATER	AS Required
PASS ADVISORY LIGHTS	AS Required
FUSELAGE TANK TRANSFER	AS Required
ALTIMETERS	SET AND CROSSCHECK
EXTERIOR LIGHTS	AS Required
APU (prior TO 30.000 ft)	SHUTDOWN
ANTI-ICE Sys ENG/WING/STAB	AS Required
<i>(STAB OFF Above FL 410)</i>	

Aspetti relativi alla Multi Crew Coordination e al Crew Resource Management

L' *Operations Manual* della Air One Executive SpA, nella Parte A "General/Basic", Sezione 8 "Operating Procedures", punto 8.3 "Flight Procedures", non dà indicazioni dettagliate in termini di MCC, né, per quanto concerne il CRM, si sofferma sulla suddivisione dei compiti fra il PF e il PNF, in particolare in relazione alla gestione dell'avionica nelle varie fasi del volo ed in condizioni di volo manuale o con autopilota.

La Parte B "Aircraft Operating Matters Type Related", Sezione 2 "Normal Procedures", del medesimo *Operations Manual* rimanda, per tutti gli aspetti relativi alle procedure operative normali, all' *Aircraft Flight Manual* e/o all' *Aircraft Operations Manual* del costruttore dell'aeromobile, che, però, a sua volta, non specifica nel dettaglio le dinamiche di interazione tra i membri dell'equipaggio.

Anche il *Training Manual* dell'operatore non fornisce spunti di approfondimento sulla materia, rimandando ai corsi CRM ed MCC.

Si ritiene pertanto che gli aspetti fondamentali del CRM e della MCC siano mutuati in fase di conseguimento del certificato MCC e dell'addestramento CRM con i vari "refresh course" specificati nel predetto Manuale di addestramento.

Per le considerazioni relative agli aspetti della MCC, necessari per la successiva fase di analisi dell'evento, si fa riferimento, pertanto, a criteri di carattere generale, validi per una ampia gamma di aeromobili.

Il velivolo Cessna 650 Citation III può essere condotto manualmente dal pilota o automaticamente per mezzo dell'autopilota. Nel caso in cui il velivolo venga condotto manualmente, il pilota ai comandi (PF) opera sui comandi di volo (incluse le manette motore), mentre il pilota non ai comandi (PNF) opera su tutti gli altri comandi, eseguendo le azioni richieste dal PF (selezione di modi di navigazione, sintonizzazione degli apparati,

retrazione/estrazione carrello, flap, effettuazione delle comunicazioni radio). Il PNF monitora, inoltre, cosa stia effettuando il PF, intervenendo con chiamate prestabilite (standard *call out*) in caso di deviazione in eccesso di parametri, anche questi ultimi normalmente prestabiliti.

Sebbene non vi siano restrizioni alla condotta manuale del velivolo, in determinate condizioni (IMC, volo notturno, ecc.), l'impiego dell'autopilota congiuntamente al *flight director* permette di diminuire drasticamente il carico di lavoro del PF, liberando quest'ultimo dall'incombenza di governare direttamente il velivolo, che così, mediante l'utilizzo coordinato del citato automatismo, può devolvere una attenzione maggiore alla gestione della navigazione e degli aspetti operativi. Nel caso di condotta del velivolo mediante autopilota, il PF può, ad esempio, intervenire direttamente sulla sintonizzazione di apparati o sulle selezioni di riferimenti (prue, rotte, *waypoint*, quote) per l'EFIS e per il *flight director*, mentre, quando il velivolo è condotto manualmente, tali compiti spettano al PNF su richiesta del PF.

Sempre secondo i criteri generali della MCC, su di un velivolo a condotta plurima la selezione dell'autopilota viene richiesta verbalmente dal PF al PNF. Ad inserimento avvenuto il PF conferma il positivo inserimento, leggendo ad alta voce al PNF l'indicazione di "*autopilot ON*".

Come menzionato, quando il velivolo viene condotto manualmente, la selezione dei modi di navigazione, il cambiamento di prue e di quote, la riprogrammazione del FMS vengono effettuati dal PNF su richiesta del PF, che, a selezione od inserimento avvenuto, annuncia verbalmente al PNF le conseguenti indicazioni sull'indicatore dei modi dell'EFIS e del *flight director*.

Quando il velivolo viene condotto con l'automatismo dell'autopilota, il PF può effettuare lui stesso le selezioni e le riprogrammazioni (normalmente gli operatori specificano al di sopra dei 10.000 piedi), seguite, secondo i criteri del CRM, dalla lettura dell'indicatore dei modi di navigazione o delle indicazioni degli strumenti di navigazione, con riferimento agli *steering*, alle altitudini o ai livelli di volo inseriti.

Ciò viene effettuato con lo scopo di permettere ad entrambi i piloti di avere positiva contezza di quanto il velivolo stia facendo e di avere quindi il medesimo livello ottimale di *situational awareness*.

Aspetti relativi al riconoscimento ed alla rimessa dagli assetti inusuali

Nella documentazione relativa all'addestramento (*Training Manual*) non sono presenti cenni o riferimenti all'effettuazione di attività al simulatore per la pratica di riconoscimento e rimessa da assetti inusuali.

Disorientamento spaziale

Il disorientamento spaziale, se non adeguatamente corretto, può comportare sia la perdita di controllo dell'aeromobile, sia l'accadimento di CFIT. Il disorientamento spaziale si manifesta quando un pilota non percepisca correttamente il movimento dell'aeromobile, la posizione e il suo assetto riferito all'orizzonte ed al suolo.

È acclarato che il disorientamento spaziale può sorprendere qualsiasi pilota, in qualsiasi istante, a prescindere dalla sua esperienza; tale problematica molto spesso si associa a fatica, distrazione, compiti impegnativi dal punto di vista cognitivo e/o condizioni di visibilità marginali.

Il disorientamento accade più facilmente di notte, in condizioni meteorologiche sfavorevoli, in IMC od in assenza di un orizzonte definito. Altri fattori di rischio sono rappresentati dalla strumentazione di volo inefficiente e da carichi di lavoro elevati, specialmente in fasi particolari del volo (come, ad esempio, durante la effettuazione di SID e durante gli avvicinamenti).

Molto spesso il disorientamento si manifesta a seguito del mancato rispetto dei criteri del CRM.

Sebbene la letteratura aeronautica citi due categorie principali di illusioni dovute al disorientamento spaziale (le *somatogravic illusion* e le *somatogyral illusion*), ai fini dell'inchiesta relativa all'incidente in esame si è posta una attenzione particolare sulla seconda categoria citata. Entrambe le predette categorie sono causate dal normale funzionamento del sistema vestibolare nel relativamente anormale (per l'essere umano) ambiente del volo. Si fa riferimento, in particolare, ai tre canali semicircolari ed agli organi otolitici (per i quali si rimanda a qualsiasi testo di anatomia dell'orecchio per un eventuale approfondimento), che forniscono al cervello le informazioni relative alle accelerazioni sui tre assi, nonché le accelerazioni e le decelerazioni lineari del capo. Le illusioni del tipo *somatogyral* si caratterizzano per i seguenti aspetti:

- falsa percezione del piano orizzontale (*leans*);
- percezione di virare in direzione opposta;

- effetto Coriolis, sensazione di rotolamento o di rotazione su di un asse differente rispetto a quello su cui ci si sta muovendo.

Le prime due sensazioni illusorie, se non adeguatamente corrette, possono condurre alle situazioni note come *graveyard dive* o *graveyard spiral*.

In particolare, il fenomeno del *leans* ha luogo quando, sebbene al principio della virata l'apparato vestibolare percepisca il movimento iniziale di rollio e di variazione di prua, una volta stabilizzati su di una virata costante, normalmente dopo circa 30 secondi, l'apparato vestibolare si "allinei" con l'aeromobile ed il pilota percepisca l'assetto dell'aeromobile (più correttamente, con riferimento al caso in questione, del velivolo) come livellato.

Il pilota può anche arrivare al punto di inclinare il corpo o l'aeromobile alla nuova posizione "neutra", da cui deriva quindi il termine "*leans*" (inclinare). Solamente osservando la linea dell'orizzonte vero o gli strumenti di volo (indicatore di assetto) è possibile riconoscere l'illusione. Tale fenomeno può accadere, in particolare, quando il velivolo non sia correttamente trimmato, per cui si innesca un movimento di rollio così lento che è al di sotto della soglia di percezione del pilota.

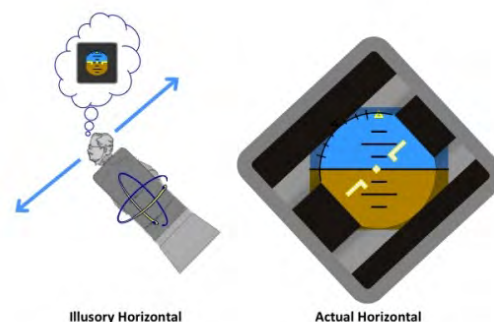


Figura 25: sensazione illusoria di tipo "*leans*" (immagine tratta da *Skybrary.com*).

La soglia per la percezione del movimento sul rollio è di circa due gradi al secondo. Se, a seguito del fenomeno del "*leans*" o di altro tipo di disorientamento spaziale, il pilota non si accorga per tempo dell'inclinazione alare, è possibile che il velivolo si appruì, con conseguente aumento di velocità. Il pilota, che percepisce in tale situazione le ali livellate, ma la velocità in aumento e la quota in diminuzione, agirà sugli elevatori, tirando il volantino per arrestare la discesa e ridurre la velocità. In realtà, con il velivolo inclinato oltre un certo angolo, il risultato sarà esclusivamente quello di accentuare la virata, con eventuale ulteriore accentuazione dell'assetto a muso basso. In questo scenario, se non si interrompe la

sequenza con una corretta rimessa da assetto inusuale, l'esito finale si tradurrà in una spirale in discesa non controllata.

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. FATTORE TECNICO

La documentazione dell'aeromobile era in corso di validità.

L'esame della documentazione tecnica dell'aeromobile non ha evidenziato carenze manutentive e tutti gli intervalli di manutenzione sono stati rispettati alle scadenze previste.

Non sono state rilevate evidenze di malfunzionamento o rotture, correlabili con le operazioni di manutenzione effettuate.

Il volo conclusosi con l'incidente era il primo della giornata ed esso doveva essere preceduto da una ispezione tecnica di tipo giornaliera. Al momento dell'arrivo dell'equipaggio, il tecnico a ciò preposto non era ancora arrivato: pertanto non vi è certezza che la *daily inspection* sia stata effettivamente eseguita.

Dall'esame delle conversazioni tra i due membri di equipaggio, registrate dal CVR prima e durante il volo, non emergono considerazioni o elementi di dubbio sulla efficienza dell'aeromobile, ad eccezione di una scarsa visibilità dei dati da parte della strumentazione EFIS. La causa è stata immediatamente individuata in una errata regolazione della luminosità dei pannelli, che è stata subito ripristinata.

Al momento dei controlli preavviamento motore l'equipaggio riscontrava l'inefficienza del generatore APU, che non si avviava, per cui la successiva messa in moto dei motori veniva effettuata con le batterie di bordo. Dalle registrazioni del CVR relative a questa fase non emergono malfunzionamenti delle batterie stesse o dei sistemi ad esse collegati.

A seguito dell'impatto al suolo la struttura dell'aeromobile ha subito un elevatissimo livello di frammentazione: pertanto non è stato possibile procedere con un accertamento tecnico completo. L'esame dei frammenti di cui è stato possibile analizzare lo stato non ha evidenziato elementi riconducibili ad avarie pregresse.

L'esame delle parti dei motori rinvenute ha evidenziato che, al momento dell'impatto al suolo, essi stavano operando ad elevato numero di giri.

Non sono stati rinvenuti particolari dell'aeromobile o parti di struttura eventualmente separatesi in volo dallo stesso prima dell'impatto al suolo.

L'inefficienza del radiofaro locatore di Pratica di Mare PRA L 339 non rappresentava una limitazione alla effettuazione della SID PEMAR 5A, in quanto, come riportava il NOTAM 1A6249/2008, in caso di indisponibilità del radiofaro locatore di Pratica di Mare le SID PRA 5A, PRA 5B, PRA 5C e PEMAR 5A potevano essere volate alla condizione di avere un aeromobile con capacità RNAV basica e fosse disponibile il servizio radar di Roma ACC.

Il fatto che il comandante, poco prima del decollo, abbia deciso di inserire la frequenza del locatore PRA sull'apparato ADF, senza alcun cenno a proposito della sua inefficienza, lascia presupporre che non fosse stata analizzata adeguatamente la documentazione dei NOTAM della base di partenza.

2.2. FATTORE AMBIENTALE

L'I-FEEV è decollato in condizioni di oscurità ambientale, quando ancora mancava circa un'ora e 15 minuti al sorgere del sole (decollo intorno alle ore 05.00', sorgere del sole, come da effemeridi, ore 06.16').

Dalla analisi della situazione meteorologica in atto nell'area dell'aeroporto di Ciampino si rilevano condizioni di buona visibilità orizzontale, con pioggia debole e base delle nubi a partire da 1800 piedi, con vento intorno ai 19 nodi e raffiche fino a 29 nodi.

Nessun fenomeno di elettricità statica o attività di fulminazione è stata registrata nell'area dell'incidente.

La situazione generale, così come rilevabile dalla documentazione reperita, non costituiva particolare impedimento alla esecuzione del volo, ma, tenuto conto dell'ora del mattino e della copertura nuvolosa presente, ha certamente determinato condizioni di volo IMC notturno nella fase di salita.

2.3. FATTORE UMANO

L'equipaggio era in possesso dei titoli richiesti per la esecuzione del volo. Non sono stati reperiti elementi certi sul periodo di riposo notturno effettivamente usufruito dall'equipaggio.

Dalla analisi delle voci registrate dal CVR non si evince la sussistenza di stati di stanchezza o affaticamento dei due piloti, ad eccezione di un leggero stato di infreddatura di uno dei due membri di equipaggio (primo ufficiale).

Dalla documentazione acquisita e analizzata non si evince quale tipo di addestramento al riconoscimento ed alla correzione di assetti inusuali sia stato effettuato al simulatore, nella fase di transizione *type rating* ed in occasione dei *recurrent training*.

Le comunicazioni tra i due membri dell'equipaggio e le relative attività poste in essere presentano criticità in termini di aderenza alle procedure normali e di disciplina CRM, segnatamente per i seguenti aspetti:

- nel *briefing* effettuato dal comandante prima del decollo non si fa menzione, né viene controllata, la procedura inserita nel sistema di navigazione (FMS);
- non si registrano riferimenti verbali alle modalità selezionate dell'EFIS e del *flight director* per quanto attiene alla condotta del velivolo nella navigazione laterale e verticale;
- non vengono richiamate le voci della *check list* "AFTER TAKEOFF AND CLIMB", se non limitatamente al *landing gear*, ai flap ed allo *yaw damper*;
- non si registrano richieste verbali di cambi nelle modalità di navigazione cui asservire EFIS e *flight director* (*heading*, NAV VOR, NAV FMS), né richieste variazioni di *heading* o altitudini/livelli di volo;
- non viene fatto alcun riferimento verbale all'autopilota per una sua eventuale selezione o per la conferma del corretto inserimento; non si registra neppure la comunicazione della intenzione di procedere con la condotta manuale del velivolo.

Per questione di opportunità nel processo di analisi si è proceduto a suddividere il breve volo in tre fasi:

- 1^a fase: dal decollo alla decisione di procedere diretto Bolsena;
- 2^a fase: dalla decisione di procedere verso Bolsena al pronunciamento della parola «Attenzione!»;
- 3^a fase: dal pronunciamento della parola «Attenzione!» all'impatto.

1^a fase: dal decollo alla decisione di procedere diretto Bolsena

La fase ha una durata di 77 secondi, dalle 04.59'15" alle 05.00'32", ovvero dal tempo *decollo* a *decollo* +01'17". La registrazione FDR corrispondente va dal *frame* 433135 al *frame* 433212.

Il velivolo è in contatto radio con la TWR di Ciampino prima, e poi con Roma ACC.

Dal tempo *decollo* a *decollo* +20" il velivolo procede su una prua prossima alla prua pista (148°) fino all'altitudine di 800 piedi; in questa frazione viene retratto il carrello, verificato lo spegnimento delle luci, inserito lo *yaw damper* e vengono retratti i flap da parte del primo ufficiale. Il comandante (PF), 21" dopo il decollo (*frame* 433155), alla altitudine di 805 piedi e con una velocità di 203 nodi, inizia a virare a destra verso PRA. In tale periodo si registrano due movimenti del *pitch* trim di circa 4" l'uno.

Dal tempo *decollo* +20" a *decollo* +28" (*frame* 433155-433163), con il velivolo che sta virando a destra, avviene la comunicazione, da parte della TWR di Ciampino, dell'orario di decollo sull'ora, con l'istruzione al cambio di frequenza con Roma ACC; il primo ufficiale chiude la comunicazione fornendo il ricevuto e salutando.

Al tempo *decollo* +29" (*frame* 433164) si registra il "bip" del cambio di frequenza sulla radio VHF ed il terzo movimento del *pitch* trim. Il velivolo sta attraversando la prua di 169°, all'altitudine di 1046 piedi, con 218 nodi di velocità.

Al tempo *decollo* +40" (*frame* 433175), con il velivolo che attraversa la prua 189°, all'altitudine di 1328 piedi, con 236 nodi di velocità, il primo ufficiale effettua il primo contatto radio con Roma ACC.

Al tempo *decollo* +44" (*frame* 433179) si registra il quarto movimento del *pitch* trim, mentre il velivolo sta attraversando la prua di 195°, alla quota di 1484 piedi, con 240 nodi di velocità.

Dal tempo *decollo* +45" a *decollo* +53" (*frame* 433180-433188) Roma ACC risponde, richiedendo l'*ident* sul transponder e istruendo il velivolo ad effettuare una virata a destra per dirigersi direttamente sul VOR di Bolsena, con una salita a FL240 senza restrizioni di velocità («Buon giorno AOE 301, squawk ident, right direct to Bolsena, climb level 240, no speed restriction»). Al termine di tale comunicazione il velivolo sta attraversando la prua di 211°, la quota di 1827 piedi ed ha una velocità di 248 nodi.

Dal tempo *decollo* +54" a *decollo* +58" (*frame* 433189-433193) il primo ufficiale ripete l'istruzione fornita «To Bolsena up level 240, no speed restriction, 301», omettendo però di ripetere la parola "right"; al termine della comunicazione il velivolo attraversa la prua di 223°, la quota di 2024 piedi ed ha una velocità di 243 nodi. All'istruzione dell'ente ATC di salire a FL240 non segue la comunicazione verbale dell'equipaggio di inserimento e di controllo della corretta selezione della nuova quota sul VNAV *controller*.

Mentre Roma ACC comunica all'I-FEEV l'identificazione radar, con indicazione della quota di 2000 piedi (dal tempo *decollo* +1'00" a *decollo* +1'03", *frame* 433195-433198, con

il velivolo che attraversa la prua di 230°, la quota di 2200 piedi ed ha una velocità di 248 nodi), il comandante (dal tempo *decollo* +1'02" a *decollo* +1'08", *frame* 433197-433203) chiede al primo ufficiale di avere conferma dall'ente ATC se sia possibile procedere per Bolsena a destra, in quanto «potrebbe anche essere right right to Bolsena». Il velivolo, al termine di tale ragionamento del comandante, sta attraversando la prua di 235°, la quota di 2397 piedi, ha una velocità di 251 nodi e si trova già al di sopra della base delle nubi riportate dal METAR di Ciampino e quindi, con tutta probabilità, sta volando in IMC. Inoltre, nell'intorno del tempo *decollo* +1'08" il rilevamento di PRA corrisponde alla prua del velivolo.

In considerazione del fatto che l'I-FEEV non aveva risposto alla comunicazione dell'avvenuto contatto radar, verosimilmente in quanto il primo ufficiale era impegnato ad ascoltare il ragionamento del comandante, Roma ACC, al tempo *decollo* +1'09" ripete la comunicazione «301 Roma, radar contact».

Al tempo *decollo* +1'10" il primo ufficiale risponde alla comunicazione radio dicendo «Radar contact too [*incomprensibile*]». È l'ultima comunicazione radio con l'ente del controllo del traffico, alle 05.00'25" (*frame* 433205, velivolo che attraversa una prua di 239°, 2486 piedi di quota, 259 nodi di velocità).

Dal tempo *decollo* +1'13" a *decollo* +1'17" si registra nella comunicazione del comandante rivolta al primo ufficiale il dubbio circa la necessità di dover chiedere la conferma per poter procedere con virata a destra («Glielo chiediamo?... no... va»). Tale dubbio viene risolto al tempo *decollo* +1'17", quando il comandante enuncia al primo ufficiale «Io ce vado lo stesso... [*omissis*]». In questo istante (*frame* 433212) il velivolo attraversa la prua di 242°, la quota di 2874 piedi, ha una velocità di 259 nodi e si registra il quinto ed ultimo movimento del *pitch trim*.

Considerazioni relative alla 1ª fase

Il percorso seguito dal velivolo durante la fase testé descritta – pur non registrandosi né commenti circa le modalità di navigazione selezionate sull'EFIS e *flight director*, né richieste di inserimento di prue – è compatibile con la porzione di SID PEMAR 5A verso PRA.

In considerazione della indisponibilità del locatore di Pratica di Mare (NOTAM 1A0839/2009), dal momento che la SID era effettuabile in RNAV (NOTAM 1A6249/2008), è altamente probabile che il comandante (PF) eseguisse la parte iniziale della SID così

inserita sul FMS e quindi con il *flight director* su NAV, con il FMS come sorgente di informazione per l'EFIS, che, dopo il decollo e superata la quota di sicurezza, indica di virare a destra verso PRA L, fino ad una prua di circa 240°. Infatti, sebbene ricalcando la procedura la prua verso PRA L risulti essere di circa 225°, avendo effettuato una salita successiva al decollo piuttosto piatta, la virata a destra è risultata posticipata e la prua per procedere verso PRA L è risultata essere di circa 235°/240°.

Non essendo stata acquisita alcuna evidenza che attesti o faccia presupporre l'avvenuto inserimento dell'autopilota, si può verosimilmente ritenere che in questa fase del volo il velivolo venisse condotto manualmente. Tale ipotesi viene confermata anche dall'andamento dei dati FDR in questa fase, tipico di una condotta manuale.

Il controllore di Roma ACC, in considerazione dello *status* del volo, autorizza l'I-FEEV a virare a destra in direzione di Bolsena, per accorciarne il tragitto verso Bologna. La comunicazione di Roma ACC è «right direct to Bolsena». Il primo ufficiale effettua il *read back* della comunicazione, omettendo però di ripetere la parola “right”.

Il comandante manifesta a questo punto al primo ufficiale il dubbio se sia stata rilasciata l'autorizzazione ad effettuare una virata a destra per andare direttamente su Bolsena, abbandonando conseguentemente il percorso previsto dalla SID.

Nei 57 secondi di virata la variazione di prua è di 92°, con angoli di *bank* di circa 20°.

2ª fase: dalla decisione di procedere verso Bolsena al pronunciamento della parola «Attenzione!»

A tale fase si assegna una durata di 74 secondi, dalle 05.00'33" alle 05.01'47", ovvero dal tempo *decollo* +1'18" a *decollo* +02'32". La registrazione FDR corrispondente va dal *frame* 433213 al *frame* 433287.

Al tempo *decollo* +1'18", avendo il comandante deciso di procedere verso Bolsena senza la necessità di domandare conferma di ciò a Roma ACC, il primo ufficiale comunica al comandante «Metto Bolsena, intanto».

Al tempo *decollo* +1'22" il comandante conferma al primo ufficiale «Sì, mettimi Bolsena, va». Il velivolo sta superando la prua da mantenere per procedere verso PRA L (*frame* 433217, prua di 243,7°, quota di 3187 piedi, velocità di 255 nodi, ali inclinate a destra di circa 10°).

Seguono 30 secondi di silenzio. Al tempo *decollo* +1'48", ovvero 30" dopo la comunicazione del primo ufficiale «Metto Bolsena, intanto», quest'ultimo conferma

«Bolsena set». Il velivolo è su di una prua di 266°, alla quota di 4380 piedi ed ha una velocità di 259 nodi (*frame* 433243).

10 secondi dopo, al tempo *decollo* +1'58", il comandante chiede «Quanto mi dice?», aggiungendo subito dopo, al tempo *decollo* +2'00" (*frame* 433255), «...336?». In tale istante il velivolo vola sulla prua massima raggiunta di 274,4°, alla quota di 4944 piedi, con 260 nodi di velocità.

Il primo ufficiale conferma «336...sì», per poi ripetere subito dopo «Sì» al tempo *decollo* +2'04". Il velivolo (*frame* 433259) ha già cominciato ad andare verso sinistra, sta attraversando la quota di 5130 piedi in salita ed ha una velocità di 253 nodi.

Non seguono altre comunicazioni fino al pronunciamento della parola «Attenzione!» (dopo 29 ulteriori secondi), in contemporanea all'espressione di stupore e disappunto del comandante.

Dal tempo *decollo* +2'00 al tempo *decollo* +2'32" il velivolo procede progressivamente a sinistra, passando dalla prua massima di 274° alla prua di 216°, in salita da 4944 piedi a 6290 piedi.

Complessivamente il velivolo ha effettuato una variazione di assetto partendo dal *frame* 433237 con angolo di *bank* a destra di circa 20° fino al *frame* 433288 (esclamazione «Attenzione!») con angolo di *bank* a sinistra di oltre 60°. Ovvero una variazione complessiva di almeno 80° costante intorno all'asse di rollio durata 51 secondi (con velocità di rotazione di 1,56°/s).

Considerazioni relative alla 2ª fase

Anche in tale fase non si registrano commenti circa le sorgenti di navigazione selezionate sull'EFIS e *flight director* o richieste di impostazioni di rotte oppure prue, ad esclusione della comunicazione del primo ufficiale «Metto Bolsena, intanto».

Tuttavia, dal momento che le azioni da compiere a seguito al cambio di rotta consistono essenzialmente nella riprogrammazione del FMS e nella sintonizzazione dei due apparati VOR presenti a bordo dell'I-FEEV, è ragionevolmente ipotizzabile che l'equipaggio si sia dedicato a tale compito. Anche in tale fase non sussistono evidenze che attestino l'inserimento dall'autopilota, per cui si può verosimilmente ritenere che il velivolo venisse ancora condotto manualmente.

Al momento della autorizzazione di Roma ACC a procedere direttamente su Bolsena, è verosimile che il FMS fornisse il *bearing* per PRA. Per avere l'indicazione del FMS a procedere verso Bolsena era quindi necessario dare uno *steering* diretto al *waypoint* BOL. Il

waypoint BOL, in considerazione del fatto che il piano di volo presentato ed accettato prevedeva PEMAR UM726 VERUN UZ910 IXUSI UZ805 VALEN, non era presente nella rotta inserita e quindi nel piano di volo attivo: pertanto andava inserito *ex novo*, digitando BOL nella pagina “*direct to*”, per poi riprogrammare la rotta, inserendo tale *waypoint* nella sequenza corretta. Tale preambolo risulta pertinente nel tentativo di ricostruire come sia stata effettuata la procedura di riprogrammazione della rotta.



Figura 26: rotta da piano di volo accettato, verosimilmente inserita nel FMS, evidenziata in giallo. Bolsena evidenziato in rosso (estratto da carta di crociera ENAV SpA).

Si ritiene infatti che l'azione alla quale si riferiva il primo ufficiale dicendo «Metto Bolsena, intanto» sia consistita, verosimilmente, nella sintonizzazione degli apparati VOR. È infatti procedura comune che il PNF monitori la navigazione con le informazioni derivanti dalle radioassistenze (*raw data*), come *back up* alle indicazioni del FMS utilizzato dal PF e che quindi sintonizzi il proprio autonomamente sulla radioassistenza applicabile e quello del PF dietro richiesta.

Sulla base di quanto testé detto, si può ragionevolmente ritenere che la sequenza di riprogrammazione del sistema di navigazione sia pertanto consistita nella sintonizzazione dei due apparati VOR sulla frequenza di Bolsena da parte del primo ufficiale e nella riprogrammazione del FMS, in un secondo tempo, da parte dello stesso primo ufficiale o di concerto con il comandante.

L'ipotesi che il comandante, distogliendo l'attenzione dalla condotta dell'aeromobile, stesse supervisionando la operazione di riprogrammazione del FMS eseguita dal primo ufficiale, o addirittura che stesse effettuando direttamente l'operazione, parrebbe avvalorata dalla domanda del comandante, alla quale lo stesso dà una risposta sotto forma di interrogazione. Ciò, soprattutto, in considerazione del fatto che, con riferimento al basso livello di esperienza del primo ufficiale sul velivolo in questione, il comandante potrebbe aver deciso di monitorare attentamente le operazioni di quest'ultimo sul FMS.

La domanda del comandante «Quanto mi dice?», riferita al rilevamento del VOR di Bolsena rispetto alla posizione presente, cui segue «...336?», lascerebbe infatti presupporre che il medesimo possa avere letto il dato sul FMS dopo l'inserimento del *waypoint* e dopo la selezione di uno *steering* diretto, oppure che stesse cercando la conferma del VOR sulla indicazione fornita dal FMS.

Infatti, la totale contemporaneità con cui i due piloti realizzano l'assetto inusuale dell'aeromobile è compatibile con l'ipotesi che entrambi stessero devolvendo l'attenzione alla riprogrammazione del FMS, che, per la posizione di installazione a bordo dell'I-FEEV, era incompatibile con il contemporaneo controllo incrociato degli strumenti. Oltretutto la posizione dell'installazione del FMS, arretrata sulla piantana centrale, induce il pilota ad un movimento di rotazione e sollevamento del capo per tornare alla visualizzazione degli strumenti di condotta. Tali movimenti vengono indicati nell'ambito della medicina aerospaziale quali fattori contributivi alla genesi di un disorientamento spaziale.

Se nella specifica circostanza, e comunque in contrasto con i criteri del CRM/MCC applicabili in condizioni di volo manuale, un pilota fosse stato intento ad operare sul FMS e l'altro alla sintonizzazione degli apparati VOR di bordo, è verosimile pensare che la variazione di assetto involontaria avrebbe potuto essere percepita più agevolmente: il pannello di controllo degli apparati VOR a bordo dell'I-FEEV era infatti in una posizione tale da permettere di mantenere un certo livello di controllo degli strumenti di volo, per cui entrambi i piloti, con un differente grado di facilità di visione, agendo sul controllo del VOR avrebbero potuto percepire, con la visione periferica, un movimento inusuale di un indicatore di assetto, mentre ciò è fisicamente impossibile operando sul FMS.



Foto 31: posizione quadro di controllo apparato VOR.

La decisione del comandante «Io ce vado lo stesso... [omissis]» presupponeva che il velivolo continuasse la virata a destra, con una prua verso Bolsena. Tale virata, invece, non viene mai completata, ma, anziché proseguire a destra verso Nord, si interrompe su di una prua di 274°, per poi invertirsi verso sinistra per oltre 60° prima che l'equipaggio realizzi l'esistenza di una criticità. Il velivolo era verosimilmente in condizioni di IMC notturno, per cui una variazione angolare sull'asse di rollio molto blanda e progressiva poteva, senza il controllo degli strumenti, passare inosservata.

Il velivolo che non segue la traiettoria voluta è indice di una mancanza di controllo incrociato degli strumenti da parte del PF, evidentemente distratto da altre operazioni, ed i 30 secondi durante i quali l'I-FEEV non procede verso la direzione prevista rappresentano un tempo insolitamente lungo, che presuppone una significativa distrazione, compatibile con una relativamente prolungata operazione di riprogrammazione del FMS a seguito dell'inserimento di un nuovo punto nella rotta.

In considerazione dell'inadeguatezza del livello di CRM applicato dal comandante (inadeguatezza che emerge dalla pressoché totale assenza di comunicazioni verbali codificate riferite alla condotta del velivolo), non si può escludere con certezza che nel comandante, nei predetti 30 secondi, sussistesse la illusoria convinzione di avere l'autopilota inserito. Tale ipotesi non sarebbe incompatibile con l'apparente assenza di controllo

sull'aeromobile da parte del comandante (che era il PF), per la durata di circa 30 secondi, che ha poi portato l'aeromobile ad un assetto inusuale accentuato.

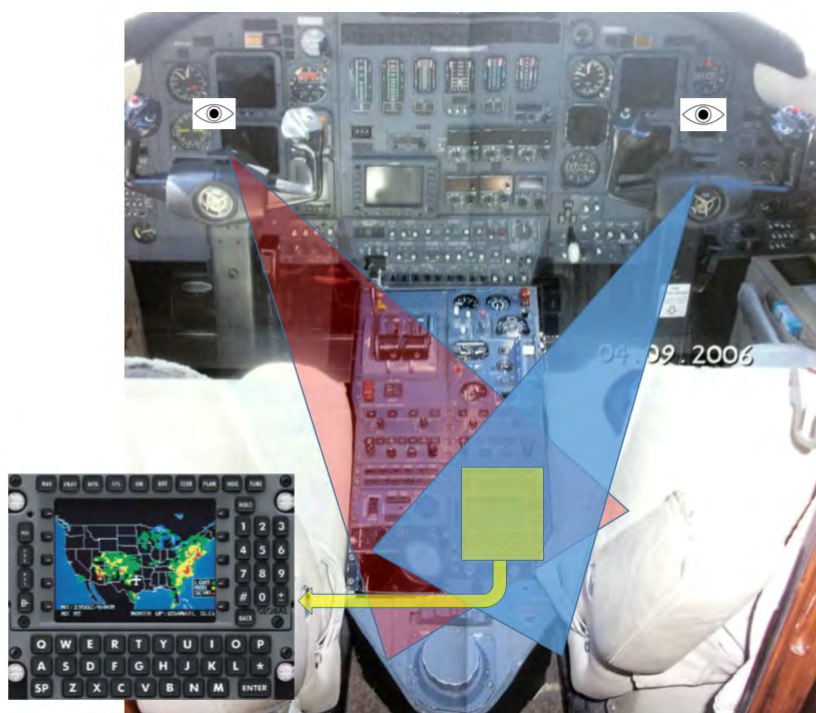


Foto 32: ipotetico angolo di visuale dell'equipaggio nel caso di contemporanea focalizzazione dell'attenzione sul FMS.

3^a fase: dal pronunciamento della parola «Attenzione!» all'impatto

La fase ha una durata di 27 secondi, dalle 05.01'48" alle 05.02'15", ovvero dal tempo *decollo* +02'33" a *decollo* +03'00". La registrazione FDR corrispondente va dal *frame* 433288 al termine della registrazione 433301. Il CVR continua a registrare per altri 14 secondi fino all'impatto.

Alle ore 05.01'47", corrispondenti al *frame* 433287 del FDR, il primo ufficiale ha esclamato la parola «Attenzione!», in sovrapposizione alla espressione di stupore pronunciata in contemporanea dal comandante.

Al tempo *decollo* +02'34" (*frame* 433288), con prua 212°, si registra la quota massima raggiunta di 6294 piedi, quando il comandante esclama esplicitamente disappunto della durata di 2 secondi.

Al tempo *decollo* +02'39" (*frame* 433294) il primo ufficiale pronuncia, questa volta con tono allarmato, ma deciso, le parole: «Bank bank bank», finalizzate a richiamare l'attenzione del pilota ai comandi su di una probabile evoluzione maggiormente critica degli assetti

lateralmente dell'aeromobile. In questo momento il velivolo stava attraversando la prua 166°, ad una quota di 6070 piedi e con una velocità di 292 nodi.

Al tempo *decollo* +02'43" (*frame* 433298) il comandante ripete ancora le parole di disappunto, questa volta però con tono estremamente concitato e preoccupato, nella probabile consapevolezza di non riuscire a controllare più la situazione. Il velivolo sta attraversando la prua di 152°, ha una quota di 5546 piedi ed una velocità di 314 nodi.

Al tempo *decollo* +02'46" (*frame* 433301) si interrompe la registrazione del FDR, plausibilmente per intervento dell'Inertia Switch a seguito della applicazione di un fattore di carico superiore ai 2,9 "g", con il velivolo su prua 141°, che attraversa la quota di 4886 piedi alla velocità di 337 nodi.

Al tempo *decollo* +2'48" si attiva l'avviso sonoro del GPWS "*sink rate*", ad indicare, in considerazione della quota attraversata, una velocità variometrica compresa di almeno 8000 piedi al minuto. Al secondo successivo si attiva l'*aural warning* dell'*overspeed*.

Gli avvisi sonori del GPWS e di "*overspeed*" rimangono sempre attivi fino al momento dell'impatto, avvenuto al tempo *decollo* + 3'00", indice di una situazione fuori controllo dell'aeromobile da parte dell'equipaggio, in particolare da parte del PF (che era anche il comandante).

Considerazioni relative alla 3ª fase

La traiettoria di volo seguita dall'aeromobile in tale fase appare consistere in una spirale a sinistra, in discesa, iniziata alla quota di 6294 piedi con una prua di 212° e conclusasi 27 secondi dopo con l'impatto al suolo, su una direttrice prossima al Nord, ali livellate e assetto picchiato. La traiettoria è coerente con quanto registrato dal sistema radar di Roma ACC.

Non sono disponibili ulteriori elementi oggettivi tali da poter ricostruire con precisione i parametri di volo assunti dall'aeromobile dopo il pronunciamento della parola «Attenzione!», ovvero dopo il raggiungimento della quota massima.

Inoltre, le ipotesi alla base della computazione dell'angolo di *bank* a partire da tale istante non possono essere più ritenute valide, in quanto non sussistono ulteriormente le condizioni di virata corretta. Il velivolo raggiunge la quota massima di 6294 piedi con una inclinazione alare computata di oltre 60° ed inizia una progressiva discesa con velocità variometrica in rapido aumento, che raggiunge il valore di 13.440 piedi al minuto dopo circa 15 secondi, con l'applicazione di un fattore di carico positivo superiore ai 2,9 "g", che ha causato l'interruzione della registrazione dei dati da parte del FDR.

All'inizio della fase critica sopra citata, appare evidente come i due piloti rilevino una situazione quanto meno inaspettata, allorché l'aeromobile, in volo ad una velocità di 274 nodi, aveva raggiunto una quota di 6275 piedi ed assunto una prua di 220° magnetici, con un'inclinazione alare molto accentuata. Tali condizioni di volo, peraltro instauratesi in un arco temporale non inferiore ai 30 secondi ed in probabili condizioni di volo IMC per la situazione meteorologica in atto, non risultano compatibili con il percorso previsto sia dalla SID PEMAR 5A, sia da quello autorizzato per una rotta diretta verso Bolsena, rendendo evidente una perdita di *situational awareness*.

In assenza di avvisi sonori o di altre indicazioni di malfunzionamento degli impianti di bordo, parrebbe emergere la possibilità che entrambi i piloti, impegnati nella reimpostazione del sistema di navigazione FMS sulla nuova rotta autorizzata, abbiano momentaneamente e contemporaneamente tralasciato il controllo continuo degli assetti di volo in condizioni IMC notturno e senza l'ausilio dell'autopilota.

Non è infatti spiegabile in altra maniera la distrazione dalla condotta del velivolo che ha comportato una tal divergenza (circa 60° di prua dalla parte opposta ed una variazione della inclinazione alare complessiva di oltre 80°), non percepita né dal PF, né dal PNF. Non è ipotizzabile infatti che una eventuale avaria ai comandi od agli strumenti di volo non sia stata notata da un pilota che eserciti un corretto controllo incrociato degli strumenti. Tale ipotesi appare maggiormente avvalorata dal tono di voce, tra il contrariato e la parziale irritazione, con cui il comandante pronuncia le parole di disappunto dopo aver rilevato una situazione che, molto probabilmente, attribuiva ad una inadeguata attenzione, ma che riteneva, almeno inizialmente, ancora gestibile.

A fronte di una tale dinamica – così come oggettivamente registrata dal FDR, dal CVR e dai tracciati radar – appare evidente come l'equipaggio assuma la piena consapevolezza di una condizione di volo anomala allorché l'aeromobile, anche se con assetto laterale molto accentuato, si trova ancora in fase di leggera salita e ad una quota che permette un recupero completo dei normali assetti di volo anche in condizioni meteorologiche strumentali. Il recupero del velivolo in tali circostanze presuppone il riconoscimento dell'assetto inusuale attraverso l'interpretazione dell'EADI, unitamente all'indicatore di velocità, per una rimessa con la minore perdita di quota possibile. Appare quindi molto probabile che alla fase iniziale di inadeguata attenzione possa essere subentrata una fase di disorientamento spaziale, con conseguente perdita della *situation awareness*, che ha indotto il PF ad interventi sui comandi di volo non adeguati, con conseguente perdita totale del

controllo dell'aeromobile (avendo accentuato l'inclinazione alare a sinistra, invece di livellare il velivolo).

Tali interventi sui comandi da parte del PF hanno portato ad accentuare ulteriormente l'angolo di *bank* a sinistra, riducendo drasticamente la componente verticale della portanza e inducendo così il velivolo ad assumere un assetto sempre più picchiato. Tale condizione è stata ulteriormente aggravata dall'applicazione continua sui comandi di un fattore di carico positivo, con la volontà di arrestare la repentina perdita di quota, senza però prima aver effettuato il livellamento alare. Ovvero l'aeromobile si è stabilizzato in una accentuata spirale in discesa a sinistra. Le prove al simulatore di volo effettuate dall'ANSV durante l'inchiesta hanno restituito un profilo di volo coerente con quanto sopra ipotizzato.

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

- L'equipaggio era in possesso dei prescritti titoli aeronautici per effettuare il volo in questione. I titoli aeronautici sono risultati essere in corso di validità.
- Alla data dell'incidente, il comandante del velivolo ricopriva nella società che operava l'I-FEEV i ruoli di *Flight Operations Postholder* e di *Ground Operations Postholder*. Precedentemente aveva anche ricoperto, nella medesima società, l'incarico di *Crew Training Postholder*.
- Tutto l'addestramento del primo ufficiale, compresa la ultima sessione di *recurrent training* al simulatore, è stato effettuato con il predetto comandante.
- Non è stato possibile reperire informazioni circa l'addestramento ricevuto dai due piloti in ordine al riconoscimento ed alla rimessa da assetti inusuali.
- Le indagini autoptiche si sono rivelate particolarmente complesse a causa dello stato di rinvenimento dei resti dei due piloti. Le conclusioni medico-legali attribuiscono la causa della morte alla notevole lesività corporea derivante da un incidente aereo. I campionamenti effettuati su alcune parti dell'organismo non sono stati idonei all'espletamento di indagini tossicologiche, che possano contribuire a chiarire la *causa mortis* ovvero la dinamica dei fatti.
- La preparazione del volo ed il volo si sono svolti al di fuori dei normali ritmi circadiani.
- I documenti dell'aeromobile erano in corso di validità.
- Dagli accertamenti documentali effettuati in corso di inchiesta è emerso che l'aeromobile marche I-FEEV – pur potendo la Air One Executive SpA svolgere attività EMS – non era tra quelli autorizzati ad operare la suddetta attività (dato rinvenibile nel documento specifica delle operazioni).
- Il carico ed il centraggio dell'aeromobile erano nei limiti.

- Non sono emerse carenze manutentive a carico dell'aeromobile e tutti gli intervalli di manutenzione sono stati rispettati alle scadenze previste.
- Non vi è evidenza della effettuazione della *daily check*, vista l'assenza del tecnico convocato per la partenza dell'I-FEEV dall'aeroporto di Ciampino.
- Nel corso dei controlli effettuati dall'equipaggio prima della messa in moto dei motori, lo stesso riscontrava l'avaria del generatore APU. Non risulta dalle evidenze acquisite che, a seguito di tale avaria, l'equipaggio abbia consultato la lista MEL al fine di valutare la permanenza delle condizioni di aeronavigabilità dell'aeromobile, né tantomeno risulta che sia stata applicata la *maintenance procedure* prevista per tale avaria.
- Le condizioni meteorologiche erano caratterizzate da pioggia leggera, vento a raffiche, base delle nubi a 1800 piedi, con assenza di fenomeni di elettricità statica e fulminazioni nell'area dell'incidente. L'evento si è verificato in condizioni di volo notturno.
- L'impatto al suolo è avvenuto con un angolo di circa 60° e ad elevata velocità.
- La struttura dell'aeromobile ha subito un elevatissimo livello di frammentazione, con distribuzione dei rottami entro un ristretto settore di 40° e proiezione a circa 350 m dal punto di impatto.
- Non sono state rinvenute parti di struttura o di impianti al di fuori del settore di distribuzione, eventualmente staccatisi dall'aeromobile ancora in volo.
- All'interno del settore di distribuzione dei rottami erano presenti focolai di incendio post impatto per proiezione e nebulizzazione del carburante contenuto nei serbatoi.
- Il grado di frammentazione del relitto non ha consentito una completa analisi dei componenti rinvenuti. Su quelli analizzati non è stata individuata alcuna evidenza correlabile con le cause dell'evento.
- A seguito dell'incidente sono stati causati limitati danni alle infrastrutture agricole presenti nei pressi del sito dell'impatto.
- L'apparato CVR di bordo ha registrato tutte le conversazioni e suoni all'interno della cabina per tutta la durata del volo, fino all'impatto.
- Su tutti i suoni registrati dal CVR è stata effettuata una analisi spettrografica, al fine di stabilirne la natura e la provenienza.
- Non sono stati individuati, in sede di ascolto delle registrazioni del CVR, suoni correlabili ad avarie innescatesi durante il volo.

- L'apparato FDR ha interrotto le registrazioni con aeromobile ancora in volo, verosimilmente per intervento dell'Inertia Switch al superamento del valore di 2,9 "g" di accelerazione verticale, circa 14 secondi prima dell'impatto.
- Le comunicazioni radio sono state effettuate tutte dal primo ufficiale, ad eccezione del primo contatto con la TWR di Ciampino, che è stato effettuato dal comandante.
- L'equipaggio aveva effettuato il previsto controllo di efficienza dell'impianto autopilota senza riscontrare anomalie.
- L'equipaggio aveva selezionato la posizione dei flap a 7° durante la fase di rullaggio prima del decollo.
- L'equipaggio era stato autorizzato, all'atto della dettatura della *clearance*, alla SID PEMAR 5A, da eseguire dopo il decollo.
- L'equipaggio aveva controllato sulla propria documentazione i parametri di esecuzione della procedura con riferimento alla virata a destra per Pratica poi a sinistra su *bearing* 080 da Pratica per intercettare la radiale 358 da Latina, predisponendo in *stand-by* il VOR di Latina ed inserendo la frequenza di PRA L (che però, come da NOTAM in vigore, non era disponibile).
- Non è stato registrato alcun tipo di controllo della SID con la procedura verosimilmente inserita nel FMS.
- Non sono stati registrati riferimenti verbali alle modalità selezionate dell'EFIS e del *flight director* per quanto attiene alla condotta del velivolo nella navigazione laterale e verticale.
- Nel corso del sintetico *briefing* sulla SID il comandante ha commentato che molto probabilmente, una volta in volo, il competente ente del controllo del traffico aereo li avrebbe comunque autorizzati a seguire una rotta diversa.
- Il decollo si è svolto regolarmente con flap estratti a 7°.
- Immediatamente dopo il decollo, alla chiamata «Positive rate», veniva retratto il carrello.
- Dopo il decollo non vengono richiamate le voci della *check list* "AFTER TAKEOFF AND CLIMB", se non limitatamente al *landing gear*, ai flap ed allo *yaw damper*.
- Non sono state registrate richieste verbali di cambi nelle modalità di navigazione cui asservire EFIS e *flight director* (*heading*, NAV VOR, NAV FMS), né richieste variazioni di *heading* o altitudini/livelli di volo.
- Non sono state registrate richieste verbali di inserimento dell'autopilota, conferme verbali successive ad un eventuale positivo inserimento, avvisi sonori di

disinserimento, che possano far presupporre l'avvenuto inserimento dell'autopilota dopo il decollo.

- Il comandante è sempre stato il PF.
- Roma ACC per accorciare il percorso del volo, in considerazione del relativo *status (Hospital Flight)*, aveva istruito l'equipaggio alla effettuazione di una virata a destra per dirigersi direttamente su Bolsena, modificando la rotta del piano di volo.
- Il comandante, dopo una breve perplessità circa l'opportunità di procedere direttamente a destra verso Bolsena, decideva di procedere comunque senza la necessità di ulteriori conferme. Non vi è alcuna evidenza che confermi la lettura, da parte del comandante, dei modi di navigazione selezionati, per verificare che effettivamente il velivolo stesse andando a destra verso Bolsena.
- Il punto Bolsena non era parte della rotta del piano di volo attivo originariamente inserito.
- Per 30 secondi, dopo la conferma del rilevamento di Bolsena su di una rotta di 336 fino al pronunciamento della parola «Attenzione!» da parte del primo ufficiale, nel *cockpit* non si registrano comunicazioni.
- L'analisi dei parametri registrati dal FDR e dal sistema radar di Roma ACC ha evidenziato che, al momento in cui l'equipaggio rileva una situazione anomala, l'aeromobile si trovava in salita, attraversando la quota di 6275 piedi, in virata a sinistra, con un angolo di *bank* superiore ai 60°, su di una prua che non corrispondeva né alla rotta verso PRA L, né verso Bolsena.
- Il primo ufficiale (PNF) ha realizzato la probabile anomalia nell'assetto del velivolo in contemporanea con il comandante.
- Dopo 7 secondi dal primo avviso «Attenzione!» pronunciato dal primo ufficiale, quest'ultimo richiama l'attenzione del comandante (PF) dicendo «Bank, bank, bank».
- Il tono di voce del comandante muta da uno stato di disappunto ad uno stato di altissima preoccupazione, senza riferimento ad un problema specifico.
- Dopo 16 secondi dalla predetta esclamazione «Attenzione!» si attiva l'avviso del GPWS di “*sink rate*”.
- Dopo 17 secondi dalla predetta esclamazione «Attenzione!» si attiva l'avviso “*overspeed*”.
- Dopo 27 secondi dalla predetta esclamazione «Attenzione!» si verifica l'impatto.

- Le prove al simulatore di volo effettuate dall'ANSV durante l'inchiesta hanno restituito un profilo di volo coerente con le ipotesi formulate in relazione ad una perdita di *situation awareness*.

3.2. CAUSE

Per quanto accertato, documentato ed argomentato, la causa dell'incidente è ascrivibile ad un impatto con il terreno derivante dalla perdita del controllo del velivolo da parte del comandante, che era anche il PF.

Appare molto probabile che alla fase iniziale di inadeguata attenzione possa essere subentrata una fase di disorientamento spaziale, con conseguente perdita della *situation awareness*, che ha indotto il PF ad interventi sui comandi di volo non adeguati, con conseguente perdita totale del controllo dell'aeromobile (avendo accentuato l'inclinazione alare a sinistra, invece di livellare il velivolo).

Si può infatti ragionevolmente ritenere che il PF, sulla base della convinzione di essere in virata a destra per Bolsena, in IMC notturno, abbia interpretato erroneamente l'assetto inusuale assunto, agendo sui comandi in modo da accentuare ulteriormente l'angolo di *bank* a sinistra, riducendo drasticamente la componente verticale della portanza. Tale assetto ha conseguentemente indotto il velivolo ad assumere un assetto sempre più picchiato, condizione che è stata ulteriormente aggravata dall'applicazione continua sui comandi di un fattore di carico positivo nell'intento di arrestare la repentina perdita di quota, senza però prima aver effettuato il livellamento alare. Ovvero l'aeromobile si è stabilizzato in una accentuata spirale in discesa a sinistra.

Il primo ufficiale (PNF), impegnato nella gestione della strumentazione di navigazione, ha realizzato l'assetto inusuale del velivolo in contemporanea con il comandante (PF). Nonostante ciò, il notevole gradiente di esperienza sulla macchina e di gerarchia all'interno dell'organizzazione esistente tra il comandante ed il primo ufficiale ha verosimilmente impedito a quest'ultimo di intervenire in maniera più direttiva od autorevole nella fase di recupero della situazione.

Hanno infine contribuito alla genesi dell'evento la mancanza di dettaglio nella definizione dei compiti dell'equipaggio nelle procedure normali ed una inadeguata aderenza ai principi basilici del CRM/MCC, con riferimento al monitoraggio ed alla enunciazione dei modi di navigazione attivi, alle procedure di navigazione e segnatamente alla mancanza di richieste

di inserimento di prue e rotte, alla carenza nella effettuazione dei controlli e nell'ottimizzazione degli automatismi che possono alleggerire il carico di lavoro in un orario sfavorevole dal punto di vista del ritmo circadiano ed in IMC notturno.

Al riguardo, pare opportuno ricordare come la problematica del disorientamento spaziale, sebbene nota e studiata da decenni, sia sempre attuale, e che l'unico sistema per contrastarla consista nell'applicazione di una corretta condotta strumentale dell'aeromobile in ossequio a i principi basilici del CRM/MCC, che devono fare parte delle procedure operative normali di un operatore. Ciò è ancor più vero quando si operi al di fuori dei normali ritmi circadiani, quando è più facilmente riscontrabile un rallentamento dei processi cognitivi.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV non ritiene necessario emanare raccomandazioni di sicurezza.