

N. 40021/01 R.G. Mod. 21

PROCURA DELLA REPUBBLICA
presso
il TRIBUNALE DI MILANO

RELAZIONE TECNICA
su
INCIDENTE AERONAUTICO

COLLISIONE IN PISTA
tra
Boeing MD 87 (volo SAS 686)
e
Cessna CITATION 525A (D-IEVX)

Aeroporto di Milano LINATE 08 Ottobre 2001

A cura del Consulente Tecnico Com.te Mario PICA

INDICE

PREMESSA	pag. 1
INTRODUZIONE	2
Cap. 1) INFORMAZIONI SUI FATTI	3
Storia degli eventi	3
Danni alle persone	6
Danni agli aeromobili	6
Altri danni	6
Informazioni sul personale	7
Informazioni sugli aeromobili	16
Informazioni meteorologiche	21
Comunicazioni	23
Informazioni sull'aeroporto	26
Registratori di volo	40
Informazioni sull'impatto	44
Informazioni medico-patologiche	49
Informazioni sull'organizzazione	51
Tecniche di investigazione	57
Cap. 2) ANALISI	69
Premessa	69
Il fattore tecnico	69
Il fattore ambientale	72
La segnaletica e la cartografia	72
La STOPBAR di Romeo 6	77
Il radar di terra	79
Il fattore umano	85
I piloti svedesi	85
I piloti tedeschi	87
I controllori del traffico aereo	91
L'interazione dei protagonisti	96
Cap. 3) CONCLUSIONI	113
Evidenze	113
Cause dell'incidente	115

ELENCO DEGLI ALLEGATI

- **NORMATIVA LVP (stralci)**
- **INFORMAZIONI SULLE PERSONE**
 - I Piloti Scandinavi
 - I Piloti Tedeschi
 - I Controllori del Traffico Aereo
- **INFORMAZIONI SUGLI AEROMOBILI**
 - Il Boeing MD 87
 - Il Cessna Citation 525A
- **INFORMAZIONI METEOROLOGICHE**
- **COMUNICAZIONI**
- **INFORMAZIONI SULL' AEROPORTO**
 - Segnaletica e cartografia
 - Il capannone di smistamento bagagli
 - Il radar ASMI
 - Audit
- **REGISTRATORI DI VOLO**
 - Il DFDR
 - Il QAR
 - Il CVR

PREMESSA

In data 08 Ottobre 2001, alle ore 08:10 locali, un velivolo Boeing MD87 in fase di decollo dalla pista principale dell'aeroporto di Milano Linate collideva con un Cessna 525A in rullaggio sulla stessa pista e si schiantava contro un capannone aeroportuale.

Nell'incidente perdevano la vita tutti gli occupanti dei due aeromobili ed altre quattro persone investite dal Boeing MD87 all'interno del capannone nel quale lavoravano, mentre altri quattro operai riportavano lesioni e/o ustioni di vario grado.

Il 10 Ottobre 2001 l'Ill. mo Signor Sostituto Procuratore della Repubblica D.ssa Celestina GRAVINA affidava allo scrivente l'incarico di Consulente Tecnico del P.M. e formulava il seguente quesito:

“analizzi e sviluppi il consulente, presa cognizione della documentazione e delle cose sequestrate a seguito del disastro aereo verificatosi in Milano in data 08.10.2001, utilizzando all'uopo ogni opportuna attività tecnica, ogni dato ed informazione utile per la ricostruzione della dinamica dell'evento e per l'accertamento delle cause.”

Un nuovo quesito veniva formulato il successivo 06 Dicembre 2001 nei seguenti termini:

*“dica il consulente, espletato ogni opportuno accertamento e considerati gli esiti dell'attività d'indagine sinora svolta nell'ambito del procedimento, quali siano le cause del disastro verificatosi in Linate in data 08.10.2001 e descriva la dinamica dell'evento;
riferisca su ogni elemento utile per la valutazione dei fatti.”*

INTRODUZIONE

Le inchieste su incidenti aeronautici occorsi ad aeromobili civili sono generalmente effettuate secondo *standards* internazionali definiti dall'ICAO.

Il metodo di indagine a tutto campo seguito dagli investigatori porta ad esaminare gli aspetti tecnici relativi alla macchina aerea, lo scenario ambientale nel quale l'evento si svolge ed il fattore umano per consentire di identificare, attraverso un processo di esclusione, le cause anche remote dell'incidente e confermare o escludere le eventuali ipotesi iniziali.

La conclusione dei lavori si concretizza in una relazione d'inchiesta molto schematizzata, almeno nella prima parte, utilizzata per formulare, sulla base dell'analisi dei fatti accertati o ragionevolmente presumibili, suggerimenti atti a migliorare la Sicurezza del Volo.

Lo stesso metodo investigativo è stato seguito nel caso in esame ma la presente relazione, pure sviluppata seguendo per quanto applicabili i criteri ICAO e gli schemi raccomandati, viene redatta in forma più descrittiva per essere meglio comprensibile in ambiente non tecnico e per meglio evidenziare anche i particolari aspetti di rilevanza giudiziaria.

Nel caso in esame appariva subito evidente che un episodio di “*runway incursion*” da parte dell'aeromobile privato era la causa ultima della collisione e si identificava pertanto uno stretto nesso eziologico tra l'ambiente operativo, che aveva consentito l'errore da parte del pilota e ne aveva impedito la rilevazione da parte dell'operatore CTA, e l'incidente.

Era allora necessario, per comprendere le ragioni degli ultimi e gravi errori che certamente possono essere definiti involontari e per dare compiuta risposta ai quesiti formulati dal Magistrato, ricostruire la catena di errori, omissioni e/o condizionamenti precedenti, che potevano avere instaurato uno stato di *latent failure* e indotto o non impedito comportamenti non corretti.

La presente relazione includerà quindi la valutazione e l'analisi dei dati tecnici riferiti allo scenario aeroportuale, con particolare riferimento alla situazione meteorologica, alle condizioni dell'area di manovra e della segnaletica ivi esistente, alle infrastrutture disponibili ed alle procedure in atto per la gestione del movimento degli aeromobili al suolo da parte degli operatori dell'Ente di Controllo del Traffico Aereo, e, per quanto attiene al FATTORE UMANO, esaminerà i comportamenti di tutti gli attori coinvolti nella produzione dell'evento e cercherà di identificarne le ragioni.

1) INFORMAZIONI SUI FATTI

STORIA DEGLI EVENTI

Alle ore 05.40 UTC¹ del giorno 8 ottobre 2001, il Boeing MD 87 con marche di nazionalità e di immatricolazione SE-DMA, operato dalla SAS (Scandinavian Airline System), ed il Cessna 525 A di proprietà privata e con marche D-IEVX si trovavano parcheggiati sull'aeroporto di Milano Linate in attesa di partire per le loro rispettive destinazioni.

Sull'aeroporto erano in atto operazioni in bassa visibilità, con valori di RVR intorno ai 200 metri.

Il Boeing MD 87 era arrivato la sera precedente alle ore 19.24, proveniente da Copenhagen, ed era rimasto parcheggiato tutta la notte sul piazzale principale, alla piazzola A 13.

Lo stesso equipaggio in arrivo, dopo un periodo di riposo notturno di circa nove ore, aveva iniziato il servizio alle 04.50 per effettuare il volo di ritorno SAS 686 per Copenhagen schedulato alle ore 05.35 ma soggetto, quella mattina, ad uno *slot* di partenza per le ore 06.16.

L'imbarco dei 104 passeggeri era appena terminato con un ritardo di circa cinque minuti sull'orario previsto di partenza.

Alla richiesta dell'autorizzazione alla messa in moto l'equipaggio riceveva conferma dello *slot* per le ore 06.16 e di conseguenza avviava i motori dieci minuti più tardi, ottenendo poi, alle 05.54, l'autorizzazione a "rullare alla posizione di attesa CAT 3" con istruzioni di "richiamare entrando sulla via di rullaggio principale".

Nel frattempo sul piazzale Ovest, utilizzato dai velivoli dell'Aviazione Generale, il Cessna 525 A, atterrato alle ore 04.59 di quella stessa mattina in arrivo da Colonia senza passeggeri e parcheggiato di fronte alla aerostazione ATA, era programmato per effettuare un volo dimostrativo privato con destinazione l'aeroporto di Parigi Le Bourget, organizzato dal

¹ A meno che diversamente indicato, tutti i tempi sono riferiti all'orario UTC (Universal Time Coordinate) in uso internazionalmente in campo aeronautico e pari al tempo del meridiano medio di Greenwich, indietro, alla data dell'incidente, di 2 ore rispetto all'ora locale italiana (LT=UTC+2 ore).

rappresentante italiano della Cessna Aircraft Company, costruttrice dell'aeromobile, per un potenziale cliente già proprietario di un Cessna Citation 525 ed interessato al più nuovo modello.

A tale scopo un piano di volo era stato trasmesso all'ufficio AIS di Colonia il giorno precedente, con partenza da Milano alle 05.45.

La partenza da Colonia era prevista quella mattina alle 03.30 ed è pertanto ragionevole supporre che i piloti avessero iniziato il servizio non prima delle 02.30, dopo almeno cinque giorni di inattività di volo.

La messa in moto veniva richiesta dai piloti del Cessna sulla frequenza Ground alle 05.58 ed era autorizzata con uno *slot* di partenza alle ore 06.19.

Alle 06.05 il Cessna 525A veniva autorizzato a rullare a "Nord, via Romeo 5" e istruito a "richiamare alla Stop Bar della estensione pista principale" ed il pilota, ripetendo la *clearance*, confermava "ricevuto, via Romeo 5 ... e vi richiamerò prima di raggiungere la pista principale", omettendo le parole NORD, STOP BAR ed ESTENSIONE senza però essere richiamato e corretto dall'operatore in servizio sulla frequenza Ground.

Seguendo la linea gialla di rullaggio che partiva dalla posizione di parcheggio l'aeromobile accostava alla sua sinistra e procedeva in direzione approssimata di 160 gradi, passando davanti agli *hangars* posti al bordo del piazzale Ovest, fino a raggiungere l'estremità meridionale del piazzale stesso e quindi accostava ancora a sinistra, sempre lungo la linea gialla di guida che compiva un semicerchio a sinistra.

A metà della curva il pilota lasciava il piazzale dell'aviazione generale in direzione Est imboccando la via di rullaggio Romeo 6.

Intanto, alle ore 05.59, il volo S.A.S. 686 in rullaggio sul raccordo principale era stato trasferito sulla frequenza di Torre (118.1 MHz) ed istruito inizialmente a continuare fino alla posizione di attesa CAT 1 e successivamente, alle 06.07, all'allineamento e attesa sulla pista 36R.

Alle 06.08 il pilota del Cessna, ancora sulla frequenza Ground, riportava "in avvicinamento a Sierra 4" e, richiesto dall'operatore in servizio, confermava la propria posizione ripetendo "in avvicinamento alla pista, Sierra 4" ricevendo istruzione a "mantenere la Stop Bar".

E un minuto dopo, alle 06.09.19, il Cessna veniva autorizzato dall'operatore Ground a "continuare il rullaggio sul piazzale principale" e, quasi simultaneamente, alle 06.09.29, il volo SAS 686 veniva "autorizzato al decollo" dall'operatore di Torre e riportava di iniziare la corsa di decollo.

Il pilota del Cessa 525A ripeteva correttamente l'autorizzazione ricevuta ed attraversava le luci rosse della Stop Bar del raccordo Romeo 6 e, sempre seguendo la *centerline* luminosa della via di rullaggio, si immetteva sulla pista attiva mentre sopraggiungeva dalla sua destra il Boeing MD 87.

Alle 06.10.21, pochi secondi dopo avere trasmesso via ACARS il segnale di *Off Ground*, il Boeing MD 87 entrava in collisione con il Cessna sulla pista principale 36 R, all'altezza della intersezione delle vie di rullaggio Romeo 6 e Romeo 2.

Il Boeing MD 87 subiva danni alle superfici portanti e perdeva il carrello principale destro che, a sua volta, danneggiava il flap destro e colpiva il motore destro separandolo dal suo pilone.

L'aeromobile proseguiva il volo con un solo motore per alcuni secondi atterrando di nuovo in pista a circa 120–150 metri dalla fine pista e continuando la sua corsa in leggera derapata a destra attraverso la residua lunghezza di pista, la zona erbosa a ridosso di questa e il raccordo Romeo 5, fino a schiantarsi con il suo fianco sinistro contro un capannone aeroportuale adibito allo smistamento dei bagagli e posto alla estremità occidentale dell'aerostazione passeggeri, a circa 20 metri a destra del prolungamento della pista 36R e a circa 460 metri oltre la fine della medesima pista.

L'energia di traslazione al momento dell'impatto era tanto elevata da spezzare i due pilastri frontali in cemento armato del capannone così che la struttura del tetto si abbatteva a sua volta sulla sezione centrale della fusoliera del velivolo, seppellendola, mentre l'intera sezione alare si incuneava all'interno dell'area di smistamento dei bagagli e vi spargeva il carburante contenuto nei suoi serbatoi innescando un violento incendio.

Il Cessna, dopo la collisione, rimaneva in pista in prossimità del punto di impatto, spezzato in tre parti ed in fiamme.

DANNI ALLE PERSONE

Tutti i centoquattro passeggeri ed i sei membri dell'equipaggio a bordo del Boeing MD 87 ed i quattro occupanti del Cessna 525 A morivano a causa dell'incidente.

Altre quattro persone che lavoravano nel capannone di smistamento bagagli perdevano la vita mentre altre quattro che si trovavano nello stesso locale subivano lesioni di diversa gravità.

Il numero totale delle vittime è ad oggi di centodiciotto morti e di un ferito grave ancora in cura per le ustioni riportate.

DANNI AGLI AEROMOBILI

Entrambi gli aeromobili sono stati totalmente distrutti nell'incidente.

ALTRI DANNI

La pista

Il manto della pista mostrava profonde impronte circolari causate dal pistone del carrello principale destro del Boeing MD87 e strisciate superficiali lungo la traiettoria percorsa dal motore destro dello stesso aereo.

Ulteriori danni venivano causati alla superficie bituminosa dall'incendio dell'ala e della sezione anteriore del Cessna.

Le strutture aeroportuali

Il capannone aeroportuale investito dall'MD-87 crollava dopo che i pilastri anteriori in cemento armato erano stati spezzati, provocando la caduta della sezione anteriore del tetto su parte del velivolo.

L'incendio sviluppatosi dopo l'impatto ed il crollo del tetto distruggevano tutto il materiale contenuto nel capannone e costituito dai nastri trasportatori, dai carrelli bagagli e da un numero imprecisato di bagagli.

INFORMAZIONI SUL PERSONALE

I piloti del Boeing MD 87

GUSTAFSSON Leif Joakim - Comandante

Informazioni generali:

- Data di nascita 20 maggio 1965
- Nazionalità svedese

Titoli aeronautici:

- Licenza di pilota di linea (ATPL)
 - Abilitazione al volo strumentale con qualificazione LVO (CAT II/III)
 - Abilitazione al pilotaggio dei seguenti velivoli: Douglas DC-9-80, Boeing MD 88, Boeing MD 90 (include MD 87)
 - Certificato di operatore radio
 - Certificato medico di I classe
- (tutti i titoli, rilasciati dall'Autorità Aeronautica svedese, erano in corso di validità alla data dell'incidente)

Esperienza di volo in attività professionale:

	SU TUTTI I TIPI	SUL TIPO
TOTALE	5842	232
ULTIMI 90 GIORNI	121	121
ULTIMI 30 GIORNI	52	52
ULTIME 24 ORE	02:46	02:46

L'ultimo controllo periodico di professionalità, comprendente le procedure operative CAT II/III, risulta effettuato in data 03/05/2001 su simulatore di volo MD 80/88/90, al termine del corso per l'abilitazione al pilotaggio del Boeing MD 88/90, con un giudizio di "very high standard".

Fatica del volo:

L'ultimo volo prima del decollo concluso con l'incidente era effettuato il giorno precedente e terminava a Milano Linate alle ore 21.24 LT.

Il tempo di riposo intercorso dopo l'ultimo periodo di servizio, pari a 08h 56', rispettava il riposo minimo previsto dalle norme aeronautiche.

INFORMAZIONI SUL PERSONALE

I piloti del Boeing MD 87

HYLLANDER Anders Johan Ola Primo Ufficiale

Informazioni generali:

- data di nascita 30 Marzo 1965
- nazionalità svedese

Titoli aeronautici:

- licenza di pilota commerciale (CPL)
- abilitazione al volo strumentale con qualificazione LVO (CAT II/III)
- abilitazione al pilotaggio (copilota) dei seguenti velivoli: Douglas DC9, Boeing MD 88/90(include MD 87), Boeing 737, Boeing 727
- certificato medico di I classe
(tutti i titoli, rilasciati dall'Autorità Aeronautica svedese, erano in corso di validità alla data dell'incidente)

Esperienza di volo in attività professionale:

	SU TUTTI I TIPI	SUL TIPO
TOTALE	4355	1978
ULTIMI 90 GIORNI	148	148
ULTIMI 30 GIORNI	53	53
ULTIME 24 ORE	02:46	02:46

L'ultimo controllo periodico di professionalità, comprendente le procedure operative CAT II/III, risulta effettuato in data 04/09/2001 su simulatore di volo MD 80/88/90, con valutazioni "very good" e giudizio finale "above average", e determinava l'invito ad un colloquio per l'affidamento dell'incarico di "Istruttore CRM" presso la SAS Flight Academy.

Fatica del volo

L'ultimo volo prima del decollo concluso con l'incidente era effettuato il giorno precedente e terminava a Milano Linate alle ore 21.24 LT.

Il tempo di riposo intercorso dopo l'ultimo periodo di servizio, pari a 08h 56', rispettava il riposo minimo previsto dalle norme aeronautiche.

INFORMAZIONI SUL PERSONALE

I piloti del Cessna 525 A

KONIGSMANN Horst Paul - Comandante

Informazioni generali:

- Data di nascita 13/08/1937
- Cittadinanza tedesca

Titoli aeronautici:

- Licenza di pilota di linea (ATPL)
- Abilitazione al volo strumentale con MDH 60m./200ft
- Abilitazione al pilotaggio dei velivoli Cessna 500/501, 525 (include il 525 A), 550/551, 560, e Learjet 45
- Abilitazione di istruttore (FI, IRI, CRI, TRI)
- Certificato medico di I classe, con obbligo di lenti correttive
(tutti i titoli, rilasciati dall'Autorità Aeronautica tedesca, erano in corso di validità alla data dell'incidente)

Esperienza di volo in attività professionale:

	SU TUTTI I TIPI	SUL TIPO
TOTALE	ca. 12000	ca. 2000
ULTIMI 90 GIORNI	100	
ULTIMI 30 GIORNI	43	
ULTIME 24 ORE	1:10	1:10

L'ultimo controllo periodico di professionalità, comprendente le procedure di avvicinamento strumentale fino a (e non al di sotto di) un'altezza di 60m/200ft, risulta effettuato in data 30/05/2001 su velivolo Cessna 525.

Non è stato trovato riscontro dell'addestramento previsto per le operazioni di decollo in visibilità inferiore a 400 metri (LVTO).

Fatica del volo:

L'ultimo volo prima del decollo da Colonia era registrato in data 02/10/01 con un Cessna 525 e terminava sull'aeroporto di Dusseldorf.

Il tempo di riposo intercorso dopo l'ultimo periodo di servizio, superiore alle 24 ore, rispettava il riposo minimo previsto dalle norme aeronautiche.

INFORMAZIONI SUL PERSONALE

I piloti del Cessna 525 A

SCHNEIDER Martin Horst - Secondo pilota

Informazioni generali:

- Data di nascita 13/02/1965
- Nazionalità tedesca

Titoli aeronautici:

- Licenza di pilota commerciale (CPL)
 - Abilitazione al volo strumentale con MDH 60m/200ft
 - Abilitazione al pilotaggio del velivolo Cessna 525 (include il 525 A)
 - Certificato medico di II classe
- (tutti i titoli, rilasciati dall'Autorità Aeronautica tedesca, erano in corso di validità alla data dell'incidente)

Esperienza di volo in attività professionale:

	SU TUTTI I TIPI	SUL TIPO
TOTALE	ca. 5000	ca. 2400
ULTIMI 90 GIORNI	74	71
ULTIMI 30 GIORNI	26	24
ULTIME 24 ORE	1:10	1:10

L'ultimo controllo periodico di professionalità, comprendente le procedure di avvicinamento strumentale fino a (e non al di sotto di) un'altezza di 60m/200ft, risulta effettuato in data 02/06/2001 su velivolo Cessna 525.

Non è stato trovato riscontro dell'addestramento previsto per le operazioni di decollo in visibilità inferiore a 400 metri (LVTO).

Fatica del volo:

L'ultimo volo prima del decollo da Colonia era registrato in data 30/09/2001 con un velivolo FW 44 e terminava sull'aeroporto di Ober-Moerlen.

Il tempo di riposo intercorso dopo l'ultimo periodo di servizio, superiore alle 24 ore, rispettava il riposo minimo previsto dalle norme aeronautiche.

INFORMAZIONI SUL PERSONALE

I controllori di volo

USAI Giorgio Responsabile Operativo (CSO)

Informazioni generali:

- data di nascita 04/01/1948
- nazionalità italiana

Titoli aeronautici:

- licenza di Controllore del Traffico Aereo
- abilitazione di Controllore di Torre
- abilitazione di Controllore di Avvicinamento
- qualifica di Capo Sala Operativo (CSO)
(tutti i titoli, rilasciati in origine dall'Aeronautica Militare Italiana o, in data successiva al 1980, dalla stessa organizzazione responsabile del controllo del Traffico Aereo erano in corso di validità alla data dell'incidente)
- visita medica periodica in corso di validità

Corsi di formazione:

- corso ATA (1966)
- corso di lingua inglese (1971)
- corso CTA/TWR (1972)
- corso CTA/APP (1981)

Nessun ulteriore periodo di addestramento o aggiornamento professionale risulta essere stato effettuato negli ultimi 20 anni.

Esperienze professionali:

Attività nella mansione di CTA svolta per almeno gli ultimi 27 anni sull'aeroporto di Milano Linate.

Fatica operativa:

L'inizio del turno di servizio era previsto alle ore 08.00 LT del giorno 08/10/01, dopo un periodo di riposo ininterrotto di 72 ore.

Il Responsabile Operativo aveva iniziato il servizio circa 10' prima dell'orario previsto, ma al momento dell'evento non era presente in Torre.

INFORMAZIONI SUL PERSONALE

I controllori di volo

SARTOR Massimiliano Controllore TWR

Informazioni generali:

- data di nascita 01/03/1967
- nazionalità italiana

Titoli aeronautici:

- licenza di Controllore del Traffico Aereo
- abilitazione di Controllore di Aerodromo
- abilitazione di Controllore di Avvicinamento
- abilitazione di Controllore di Avvicinamento Radar di Aerodromo
- incarico di addestratore teorico pratico
(tutti i titoli, rilasciati dalla stessa organizzazione del Controllo del Traffico Aereo, erano in corso di validità alla data dell'incidente)
- visita medica periodica in corso di validità

Corsi di formazione:

- corso basico TWR/APP (dal 17/04/89 al 23/03/90)
- tirocinio pratico CTA/Aerodromo Linate (dal ????? al 06/07/90)
- corso d'istruzione CTA/APP Linate (dal ???? al ?????)
- corso Radar di Aerodromo (dal 05/02/01 al 09/03/01)

Esperienze professionali:

Attività nella mansione di CTA svolta dal 10/05/90, per oltre 11 anni, soltanto sull'aeroporto di Milano Linate.

Fatica operativa:

Il controllore era al sesto giorno consecutivo di impiego (compreso un giorno di reperibilità).

L'inizio del turno di servizio era previsto alle ore 08.00 LT del giorno 08/10/01, dopo un periodo di riposo di sole 10 ore dal termine del precedente turno di servizio della durata di 8 ore.

INFORMAZIONI SUGLI AEROMOBILI

Il Boeing MD 87

Informazioni generali:

L'aeromobile Boeing MD 87, progettato e costruito dalla Mc.Donnell Douglas Corporation negli stabilimenti di Long Beach in California, è una serie a fusoliera corta del più noto MD 80 impiegato da molte società italiane, con una capacità proporzionalmente ridotta del numero massimo di passeggeri, ed è utilizzata dalla Scandinavian Airline System per collegamenti a corto e medio raggio soprattutto all'interno dell'Europa.

Il velivolo oggetto d'indagine, identificato con le marche di nazionalità e registrazione SE-DMA, era una versione -87H equipaggiata con due motori Pratt&Whitney JT8D-217C, con una massima capacità certificata di 110 passeggeri e un peso massimo al decollo di 63.503 kg.

Dati amministrativi:

Marche di registrazione	SE-DMA
Nominativo dell'aeromobile	Lage Viking
Proprietario	Orbit Leasing International Co., Ltd
Esercente	Scandinavian Airline System
Certificato di immatricolazione n.	6082
Certificato di aeronavigabilità n.	? scad. 31/12/2001
Certificato acustico n.	?
Licenza di stazione radio n.	685173 scad. 31/12/2014

Informazioni tecniche:

Cellula:

Tipo/serie/versione dell'aeromobile	Boeing MD-87H (9871/9874)
Numero di fusoliera	1916
Numero di serie	53009
Data di accettazione	21/09/1991
Totale ore di volo	25573
Totale cicli	16562

Motori:

	Motore n. 1	Motore n. 2
Tipo	JT8D-217C	JT8D-217C
Numero di serie	708149	726036
Ore di funzionamento	43.219 h	21.002 h
Numero di cicli	33.793	17.333

Stato di manutenzione:

La manutenzione dell'aeromobile era fin dalla data di accettazione curata dalla Divisione Tecnica della stessa Società esercente (S.A.S.) presso le sue strutture certificate dall'Autorità aeronautica scandinava, secondo i programmi di manutenzione stabiliti dal Costruttore e nel rispetto delle norme JAR 145.

L'ultimo intervento di manutenzione programmata (il CHECK B6:1) era effettuato il 3 Settembre 2001 e da quella data il velivolo era impiegato in regolare attività di linea totalizzando, fino al giorno dell'incidente, un'attività di volo di 241 ore, coerente con l'utilizzazione media annua di 2.533 ore.

In quest'ultimo periodo e fino al 7 Ottobre 2001 ulteriori lavori venivano svolti durante la normale attività operativa per risolvere alcune anomalie segnalate dall'equipaggio o rilevate dagli stessi tecnici in fase di controlli di linea.

L'ultimo Maintenance Service Check (MSC) era effettuato il 7/10/2001 sulla base di OSLO e la sera dello stesso giorno, all'arrivo del velivolo a Milano Linate e in preparazione della partenza del volo SK 686 del giorno successivo, il personale tecnico di Compagnia dello scalo completava il Preflight Check (PFC).

Carico e bilanciamento:

L'aeromobile, con un peso base operativo di 36.904 kg., veniva caricato con 1.237 kg. di bagagli e posta in stiva e imbarcava 104 passeggeri, tra cui 4 CHD, per un peso di 8.944 kg. calcolato, secondo standards internazionali, ad un peso medio di 86 kg. per passeggero incluso il bagaglio a mano.

In effetti il peso dei 4 passeggeri CHD avrebbe dovuto essere calcolato a 36 kg. ciascuno ma la differenza in meno di 200 kg. sul totale del peso dei passeggeri si può ritenere irrilevante, per la sua limitata entità, ai fini del calcolo del punto di bilanciamento e conservativa per il calcolo del peso effettivo dell'aeromobile al decollo.

La quantità totale di carburante nei serbatoi, dopo il rifornimento di 8.000 litri effettuato prima dell'imbarco dei passeggeri, ammontava a 10.400 kg., superiore al carburante minimo di 8.700 kg. richiesto per il volo per una differenza di 1.700 kg. imbarcata, su suggerimento del Central Flow Management della S.A.S. di Stoccolma, a causa delle particolari condizioni meteorologiche.

Il peso totale dell'aeromobile quindi, sommando i valori dei singoli carichi al peso base operativo (Dry Operating Weight), e pur non tenendo conto della differenza di calcolo del peso dei passeggeri precedentemente descritta, risultava essere pari a 57.485 kg. al momento dell'avviamento dei motori e, considerando un consumo di 200 kg. durante la fase di rullaggio, pari a 57.285 kg. al decollo, ampiamente entro i limiti massimi certificati di 63.503 kg.

La distribuzione del carico tra i diversi bagagliai e la quasi totale occupazione dei 110 posti passeggeri disponibili a bordo portavano la posizione del punto di bilanciamento dell'aeromobile al decollo al 13% della Corda Media Aerodinamica (MAC), entro i limiti massimi longitudinali consentiti.

Prestazioni al decollo:

Il peso effettivo dell'aeromobile consentiva un decollo a spinta ridotta, in considerazione delle caratteristiche dell'aeroporto e delle condizioni meteorologiche esistenti.

Il decollo era quindi programmato per una temperatura di calcolo di 36°C e con un corrispondente valore di spinta di 1.91 EPR, con flaps estesi a 11 gradi e alle seguenti velocità caratteristiche espresse in Nodi: V1=132, VR=135, V2=144, VFI up=149, VSI in=186, V clean=205.

Sulla base dei dati rilevati dal Performance Handbook MDC-K0059M, e considerando un decollo statico come evidenziato dalle registrazioni QAR/FDR, la distanza percorsa durante la corsa di decollo, dal rilascio freni al raggiungimento dei 15 piedi di altezza, risulta pari a 1389 metri.

INFORMAZIONI SUGLI AEROMOBILI

Il Cessna CitationJet 525A

Informazioni generali:

Il Cessna CitationJet 525A, conosciuto anche come CitationJet 2 (CJ2), è un aeromobile executive da 6/7 posti in cabina passeggeri pressurizzata derivato dal più piccolo CitationJet 525 per allungamento della fusoliera, allo scopo di offrire una maggiore capacità di posti a bordo, largamente diffuso nel mondo aeronautico occidentale ed utilizzato per aerotaxi e/o voli d'affari.

Equipaggiato con due motori turbofan Williams-Rolls FJ44-2C da 2.400 libbre di spinta statica, montati su piloni nella parte posteriore della fusoliera, ha un peso massimo al decollo di 5.613 kg. ed è in grado di decollare, in condizioni ambientali ideali, da piste di poco superiori a 1.000 metri e percorrere distanze di oltre 3.000 chilometri a quote di crociera superiori a quelle dei normali aeromobili impiegati nei servizi di trasporto pubblico.

A parte le ridotte dimensioni e la conseguente minore capacità di carico il CitationJet in entrambe le versioni ha prestazioni equiparabili a quelle dei più grandi aeromobili di linea ed è dotato di avionica ed impianti che lo rendono idoneo all'impiego nello stesso scenario operativo senza particolari penalizzazioni, con l'eccezione delle operazioni di avvicinamento e atterraggio in condizioni di Cat 2/3 per le quali esso non è certificato da nessuna Autorità aeronautica.

Il velivolo in esame, identificato con le marche di registrazione D-IEVX, era stato costruito nel 2001 e registrato in Germania soltanto il 5 Settembre 2001, poco più di un mese prima dell'incidente, a cura della Società AIR EVEX GmbH di Dusseldorf che ne aveva richiesto anche l'iscrizione sul proprio Certificato di Operatore Aereo.

La relativa pratica non era stata ancora completata e l'aeromobile manteneva lo status di velivolo privato.

Per tale ragione non erano installati a bordo, in quanto non obbligatori, i sistemi di registrazione dei dati di volo (CVR/FDR).

Dati amministrativi:

Marche di registrazione		D-IEVX
Proprietario		ESCHMANN Hermann Dieter Gummerrsbach - Germania
Esercente		AIR EVEX Gmbh Dusseldorf - Germania
Certificato di immatricolazione	n.	L 25699 rilasciato il 05/09/2001
Certificato di aeronavigabilità	n.	L 25699 rilasciato il 05/09/2001
Certificato acustico	n.	15638 rilasciato il 05/09/2001
Licenza di stazione radio	n.	12450399 “ il 10/09/2001
Certificato di assicurazione	n.	ILU 30/570/0810 326/240 scad. il 01/05/2002

Informazioni tecniche:

Cellula:Tipo/modello dell'aeromobile	Cessna 525A (CitationJet 2)
Numero di serie	525A-0036
Data di accettazione	06/08/2001
Totale ore di volo	circa 28 h*
Totale cicli	“ 20 *

* in assenza di informazioni più precise i dati sono desunti dall'ultimo rapporto CESCO del 2/10/2001 (25h 54' e 18 atterraggi), assumendo che in attesa di iscrizione del velivolo sul proprio AOC l'esercente non lo utilizzasse e che pertanto i soli voli effettuati da tale data siano quelli di trasferimento da Dusseldorf a Colonia, presumibilmente tra il 2 e il 4 ottobre, e da Colonia a Milano Linate del 8 ottobre 2001.

Motori:

	Motore n. 1	Motore n. 2
Tipo	Williams-RR FJ44-2C	Williams-RR FJ44-2C
Numero di serie	1075	1076
Ore di funzionamento	circa 28 h	circa 28 h
Numero di cicli	circa 20	circa 20

Stato di manutenzione:

L'aeromobile aveva completato tutte le ispezioni di accettazione in data 6 Agosto e poi, trasferito in Germania, rimaneva in attesa del Certificato di Aeronavigabilità tedesco e della iscrizione sull'AOC della Air Evex presso le strutture della Jet Aviation di Dusseldorf ove venivano effettuati piccoli interventi di manutenzione.

Nessuna scadenza era ancora stata raggiunta alla data dell'incidente.

INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

La condizione meteorologica sull'aeroporto di Milano Linate nel primo mattino del giorno 8/10/2001 era caratterizzata da una situazione post-frontale con visibilità ridotta a 3500 metri per foschia, parziale copertura nuvolosa ed elevato tasso di umidità.

Intorno ALLE 02.00 UTC la visibilità iniziava gradualmente a ridursi a 1500 metri e continuava a diminuire, per la presenza di banchi di nebbia che, a partire dalle 04.00 UTC, si aggregavano a formare uno strato compatto, fino a raggiungere dopo un'ora valori di 100 metri.

Le osservazioni effettuate dalla Stazione Meteorologica di Milano Linate riportavano con il bollettino METAR delle 03.50 UTC una visibilità generale di 400 metri, RVR di 900 metri e *ceiling* a 800 piedi ma un'ora dopo, alle 04.50 UTC, le condizioni erano drasticamente peggiorate con una visibilità generale di 100 metri, RVR di 175 metri e *ceiling* a 100 piedi.

Alle ore 04.58 UTC l'operatore in Torre di Controllo comunicava al Cessna 525A in atterraggio valori attuali di RVR di 200, 225 e 200 metri rispettivamente sui punti Alfa, Bravo e Charlie e successivamente, alle ore 05.02 UTC, riportava agli stessi punti valori RVR di 225, 200, 225 metri.

Dalle 05.00 UTC i valori di RVR rimanevano costantemente al di sotto di 300 metri, con l'eccezione di un rilevamento di 900 metri al punto Charlie alle 05.25 UTC e di un secondo rilevamento di 400 metri al punto Alfa alle 06.00 UTC, mentre la visibilità generale si riduceva a 50 metri.

Il bollettino METAR delle 05.20 UTC riportava:
vento di direzione variabile, 1 nodo; visibilità generale 50 metri;
RVR minima 175 metri, senza variazioni nei 10' precedenti l'osservazione;
nebbia; copertura totale del cielo a 100 piedi; temperatura 17° C, punto di rugiada 16° C; pressione atmosferica (QNH) 1013 hectopascals.

Il successivo bollettino METAR delle 05.50 UTC indicava un miglioramento della RVR a 250 metri con una tendenza all'aumento a 600 metri nei 10' precedenti l'osservazione (tendenza che non trova riscontro nelle registrazioni dei valori RVR effettuate ogni 5') e manteneva invariati tutti gli altri parametri, recitando testualmente:
080550Z VRB01KT 0050 R36R/0250V0600U FG OVC 001 17/16 Q1013.

Dalle ore 05.43 questo bollettino veniva trasmesso in chiaro dal servizio ATIS come “Informazione CHARLIE”, con esclusione dei valori di RVR.

Alle ore 06.10 UTC l’operatore ATC in servizio sulla frequenza Tower, immediatamente dopo avere autorizzato al decollo il volo SK 686, comunicava ad un aeromobile in rullaggio valori attuali di RVR di 225, 200 e 175 metri rispettivamente ai punti Alfa, Bravo e Charlie.

Al momento dell’incidente l’aeroporto di Linate era interessato quindi da una condizione di ridottissima visibilità per nebbia, la cui presenza era in effetti già stata prevista dall’Ufficio Meteorologico Aeroportuale di Linate nel messaggio di previsione (TAF) redatto alle 23.00 UTC del giorno precedente, con validità dalle ore 00.00 UTC alle ore 09.00 UTC, e ripetuta nella successiva previsione valida dalle 03.00 UTC alle 12.00 UTC, con valori di visibilità indicati a 600 metri.

Ed ancora, la nebbia era prevista nel messaggio TAF a lungo termine, valido dalle 00.00 UTC alle 18.00 UTC del giorno 8 Ottobre, redatto alle 16.00 UTC del giorno precedente, con valori di visibilità indicati a 300 metri, ed in quello successivo con validità dalle 06.00 UTC alle 24.00 UTC.

La situazione meteorologica richiedeva sicuramente la classificazione delle operazioni aeroportuali in Categoria 3 almeno dalle 03.15 UTC, secondo le rilevazioni RVR, ma il servizio di informazione ATIS soltanto a partire dalle 05.24 UTC trasmetteva l’informazione relativa alla categoria di operazioni in atto sull’aeroporto con il seguente messaggio:
“ATC Cat 3 procedure in operation. Report to Milano Arrival category of approach”.

Lo stesso servizio ATIS riportava durante tutta la notte i bollettini METAR così come prodotti dalla Stazione Meteorologica di Linate sulla base delle osservazioni periodiche ma aggiungeva una previsione non rispondente ai TAFs in precedenza richiamati e di seguito riportata in chiaro:
“thunderstorm activity forecast between SRN-LIME-COD-VOG-SRN, top of CB 7500 meters, moderate to severe turbulence”.

Nessun avviso SIGMET interessava l’area di Milano Linate al momento dell’evento ma risultavano in validità i seguenti AIRMET:

- 1) L IMM AIRMET 01 VALID 080100/080500 L IMM
Milano FIR SFC Vis 1200/1500 M RA BR OBS PO VALLEY STNR NC.
- 2) L IMM AIRMET 02 VALID 080500/080900 L IMM
Milano FIR SFC Vis 0200/5000 M FG BR OBS PO VALLEY STNR NC.

COMUNICAZIONI

Sull'aeroporto di Milano Linate, a causa del volume di traffico aereo e del conseguente elevato carico di lavoro per gli operatori addetti al servizio ATC (i Controllori di Volo), sono normalmente in uso due diverse postazioni di lavoro con frequenze separate per gestire rispettivamente il traffico aereo in movimento al suolo sulle aree di manovra diverse dalla pista attiva (operatore GROUND) e gli aeromobili nelle fasi di avvicinamento, atterraggio e decollo (operatore TORRE).

Al momento della collisione uno dei velivoli era in collegamento radio con l'operatore GROUND sulla frequenza di 121.8 Mhz mentre il secondo era in contatto con la TORRE sulla frequenza 118.1 Mhz e, nonostante che la maggior parte delle comunicazioni radio tra i Controllori e gli altri aeromobili si svolgesse in Italiano, tutte le comunicazioni relative ai due velivoli coinvolti nell'evento erano effettuate in lingua Inglese.

Tutti gli apparati radio risultavano efficienti anche se più volte l'operatore GROUND aveva dovuto ripetere il suo messaggio sia ai piloti del Cessna 525A che a quelli del volo SK686.

Nelle pagine che seguono si riportano gli estratti più significativi delle comunicazioni intervenute sulle frequenze GROUND (121.8 Mhz) e TORRE (118.1 Mhz) tradotte in lingua Italiana mentre le trascrizioni integrali ed in lingua originale saranno accluse negli allegati.

Il Boeing MD 87 era anche in collegamento con gli uffici operativi della SAS attraverso il sistema ACARS (Automatic Communication And Recording System) che consente l'invio automatico di dati tecnici da parte di alcuni sistemi di bordo e la ricetrasmisione bilaterale di messaggi in chiaro.

Il sistema era regolarmente efficiente e le registrazioni di tutti i messaggi relativi al volo SK 686 sono contenute nell'allegato "Comunicazioni".

ORA UTC	STAZIONE	MESSAGGIO
05.41.39	SAS 686	Milano, buongiorno, Scandinavian 686. Lo stand è il 13, siamo completamente pronti ... abbiamo informazioni Alfa.
05.41.47	GROUND	686, buongiorno. Slot alle 06.16. Messa in moto in accordo e autorizzati a destinazione ...etc.
05.54.23	SAS 686	Ground, Scandinavian 686 richiede rullaggio dal 13.
05.54.28	GROUND	Scandinavian 686, rullate alla posizione attesa CAT 3...etc.
05.58.23	D-IEVX	Linate, buongiorno, D-IEVX. Richiediamo la messa in moto, con informazione Charlie.
05.58.28	GROUND	D-IEVX, buongiorno. Per favore parlate più forte, grazie. Siete autorizzati a destinazione via SARONNO 5A, transizione ARLES 8A, salita iniziale 6000 piedi.
05.58.47	D-IEVX	D-IEVX è autorizzato a destinazione SARONNO 5A ... poi partenza ARGON 8A, salita inizialmente 6000 ... VX.
05.58.57	GROUND	ARLES 8A la transizione. Messa in moto è approvata in accordo allo slot 06.19.
05.59.04	D-IEVX	Messa in moto è approvata in accordo allo slot e confermiamo ARLES 8A.
05.59.32	GROUND Break Scandinavian 686, quando in volo trasmettete 0 triplo 4.
05.59.38	SAS 686	0 triplo 4, Scandinavian 686.
05.59.41	GROUND	E' corretto. Passando la postazione dei pompieri, chiamate la Torre, 18.1. Arrivederci.
05.59.45	SAS 686	18.1, Scandinavian 686. Arrivederci.
06.01.24	SAS 686	Torre, buongiorno, Scandinavian 686 ... etc.
06.01.29	TORRE	Ciao, Scandinavian 686, numero 4.
06.05.27	D-IEVX	Buongiorno, D-IEVX, Aviazione Generale, per rullaggio.
06.05.32	GROUND	Stazione che chiama, incomprensibile.
06.05.34	D-IEVX	Il D-IEVX.
06.05.38	GROUND	D-IEVX, Ground, confermate che siete pronti a rullare?
06.05.42	D-IEVX	Affermativo.
06.05.44	GROUND	D-VX, rullate a nord via Romeo 5, QNH 1013, richiamate alla STOP BAR della estensione pista principale.
06.05.56	D-IEVX	Ricevuto, via Romeo 5 e 1013 e vi richiamo prima di raggiungere la pista principale.

06.05.59	TORRE	Scandinavian 686, potete continuare il rullaggio fino a Cat 1
ORA UTC	STAZIONE	MESSAGGIO
06.06.04	SAS 686	Continuiamo il rullaggio fino a Cat 1, Scandinavian 686.
06.07.40	TORRE	Scandinavian 686, allineamento e attesa 36 destra.
06.07.45	SAS 686	Allineamento e attesa 36 destra, Scandinavian 686.
06.08.23	D-IEVX	D-IEVX, in avvicinamento a SIERRA 4.
06.08.28	GROUND	D-VX, confermate la vostra posizione?
06.08.32	D-IEVX	In avvicinamento alla pista, SIERRA 4.
06.08.36	GROUND	D-VX ricevuto. Mantenete la STOP BAR, vi richiamerò.
06.08.40	D-IEVX	Ricevuto, manteniamo la posizione.
06.09.19	GROUND	D-VX continuate il vostro rullaggio sul piazzale principale. Seguite la linea Alfa.
06.09.28	D-IEVX	Ricevuto, continuiamo il rullaggio piazzale principale, linea Alfa, il D-VX.
06.09.28	TORRE	Scandinavian 686, Linate, autorizzato al decollo 36, il vento è calmo, riportate rullando. Quando in volo trasmettete IDENT.
06.09.33	GROUND	E' corretto, per favore richiamatemi entrando sulla via di rullaggio principale.
06.09.37	SAS 686	Autorizzato al decollo 36 destra, quando in volo trasmetteremo IDENT e stiamo rullando, Scandinavian 686.
06.09.38	D-IEVX	Vi chiameremo sulla via di rullaggio principale.
06.10.21	-----	Sulla frequenza di emergenza (121.5 MHz) si sente partire il segnale di un trasmettitore di emergenza.

INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

Le infrastrutture

L'aeroporto di Linate è localizzato alla periferia della città di Milano, a 4,3 miglia a Sud-Est di essa, a coordinate geografiche 45°26'55" Nord e 09°16'43" Est, ed è utilizzato per operazioni commerciali di trasporto pubblico di linea aerea regolare su tratte nazionali ed internazionali a corto e medio raggio e per attività executive e di aviazione generale.

L'elevazione media dell'aeroporto è indicata a 353 piedi AMSL e corrisponde anche alla elevazione della testata Nord della pista principale.

L'aeroporto è dotato di due piste parallele orientate per 356°/176° e denominate rispettivamente 36 Destra/18 Sinistra, frequentemente indicata localmente come "pista principale", e 36 Sinistra/18 Destra, meglio conosciuta come "pista turistica".

La pista 36 Destra, "la principale", lunga 2440 metri e larga 60, è equipaggiata con sensori di rilevamento automatico della visibilità in pista (RVR) sui punti di toccata, metà e fine pista ed è certificata per le operazioni di CAT I, II e III.

La pista presenta un leggero gradiente positivo che va dai 338 piedi di elevazione della testata 36 Destra ai 353 piedi della testata 18 Sinistra, con un dislivello di 15 piedi.

La pista 36 Sinistra/18 Destra, "la turistica", posta a 580 metri a Ovest dell'altra e in corrispondenza del traverso della testata 18 Sinistra nella zona più settentrionale dell'aeroporto, presenta dimensioni molto ridotte (600 metri x 31 metri) ed è riservata al traffico turistico e militare leggero.

Ancora nella zona più settentrionale dell'aeroporto, ma ad Est della testata della pista 36 Sinistra, è il piazzale di sosta dei velivoli dell'aviazione commerciale, denominato nella cartografia ufficiale "Piazzale Nord" o "North Apron", delimitato a Nord dalla aerostazione passeggeri e ad Est da hangars e dal terminal merci.

Dal limite più meridionale del piazzale Nord inizia una lunga via di rullaggio parallela alla pista strumentale, sprovvista di specifica denominazione sulla cartografia aeronautica ma generalmente indicata come

“principale” nelle comunicazioni T/B/T, che porta al punto attesa della 36 Destra passando al traverso della Torre di Controllo e della postazione degli automezzi dei Vigili del Fuoco.

Quattro diversi raccordi trasversali congiungono da Est il piazzale Nord e/o la via di rullaggio parallela alla pista 36 Destra/18 Sinistra e sono denominati, a partire da Nord, rispettivamente Romeo 1, Romeo 2, Romeo 3 e Romeo 4.

Il raccordo Romeo 4, il più meridionale di tutti e in corrispondenza della soglia della 36 Destra, diventa quindi il normale accesso in pista per gli aeromobili in decollo quando, come il giorno dell'incidente, sono in atto operazioni strumentali di precisione.

Ad Ovest invece della pista “turistica”, all'estremità più occidentale del sedime aeroportuale, sono presenti una “zona militare” con un suo piccolo piazzale di sosta ed un secondo piazzale, il “piazzale Ovest”, o piazzale “ATA” dal nome della Società che vi fornisce il servizio di handling, utilizzato dagli aeromobili executive e dell'aviazione generale e occasionalmente, nei periodi di maggiore intensità di traffico sul piazzale Nord, dai più piccoli velivoli dell'aviazione commerciale di linea.

Quasi al centro del piazzale è posto un punto di rifornimento carburante.

Il piazzale “Ovest” è provvisto di due vie di rullaggio, una a Nord e l'altra a Sud-Est, denominate rispettivamente Romeo 5 e Romeo 6.

La via di rullaggio Romeo 5 ha inizio dal limite settentrionale del piazzale “Ovest” ed è inizialmente orientata in direzione Nord per poi curvare a destra in direzione Est e congiungersi con il raccordo proveniente dalla “zona militare”.

Proseguendo in direzione Est il Romeo 5 attraversa il prolungamento a Nord di entrambe le piste e sfocia sull'angolo nord-occidentale del piazzale “Nord”, all'altezza delle prime costruzioni del terminal aeroportuale.

La via di rullaggio Romeo 6 (a seguito dell'incidente chiusa a tutte le operazioni) parte dall'angolo sud-orientale del piazzale “Ovest” e continua con direzione media di circa 120 gradi, attraversando prima il prolungamento a Sud della Pista 36 Sinistra/18 Destra e raggiungendo poi la pista 36 Destra/18 Sinistra quasi di fronte all'imboccatura del raccordo Romeo 2.

La segnaletica orizzontale

Il piazzale “Ovest”

Sul piazzale “Ovest” sono indicate alcune piazzole di sosta, con le relative linee di guida, tutte a Nord del distributore di carburante, numerate dal 51 al 56 e regolarmente riportate in cartografia e, sul lato opposto del distributore, 6 ulteriori linee in colore giallo, ortogonali per un primo breve tratto alla linea centrale di rullaggio che attraversa tutta la lunghezza del piazzale, non identificate in alcun modo e orientate verso gli hangars che delimitano ad Ovest il piazzale.

Queste 6 linee curvano a sinistra e confluiscono tutte in una seconda linea di rullaggio orientata a Sud, parallela all’allineamento degli hangars ed alla linea di rullaggio centrale e tra queste compresa, che gli aeromobili in partenza dalle piazzole di sosta non numerate sono obbligati a seguire, secondo la segnaletica che dà loro le indicazioni per R5 e R6, accostando a loro volta a sinistra in direzione di 160° circa e dirigendo verso il limite meridionale del piazzale.

Arrivando all’estremità del piazzale la seconda linea di rullaggio curva ancora a sinistra in direzione Est e immediatamente si biforca, con una linea che continua la curva a sinistra e va ad unirsi alla linea centrale di rullaggio in direzione Nord-nord-ovest e l’altra che prosegue con una leggera deviazione a destra verso l’imboccatura del raccordo Romeo 6, distante poche decine di metri, dove, dopo una breve interruzione malamente coperta da pittura nera, va ad allinearsi con la linea di centerline di questo raccordo.

Alla biforcazione sono segnalate le indicazioni per R5 e R6 a sinistra delle rispettive linee, così che in effetti esse si trovano entrambe, molto vicine l’una all’altra, a cavallo della linea di rullaggio che conduce al raccordo Romeo 5.

Le segnalazioni orizzontali R5 e R6, dipinte in giallo a fianco di ogni linea di parcheggio e alla biforcazione, sono disegnate con caratteri che ricordano la segnaletica stradale e non rispondono ai requisiti di colore, forma e proporzioni prescritti dall’ICAO per la segnaletica informativa di direzione (Annesso 14, cap. 5.2.16.4.b).

Nessuna linea di rullaggio sul piazzale “Ovest” è provvista di luci verdi di centerline.

La via di rullaggio Romeo 5

La via di rullaggio Romeo 5 è provvista di linea gialla e di luci verdi di centerline per tutta la sua lunghezza, dal limite settentrionale del piazzale “Ovest” fino all’ingresso sul piazzale “Nord”.

Alla prima curva a destra confluisce con la centerline una linea bianca di rullaggio proveniente dalla “zona militare” e anch’essa provvista di luci.

Percorrendo la via di rullaggio in senso orario provenendo dal piazzale “Ovest” si incontrano in ordine le seguenti indicazioni:

- prima del prolungamento a Nord dell’asse della pista 36 Sinistra/18 Destra (“la turistica”) e immediatamente prima di una piazzola laterale di sosta, una segnalazione di “posizione d’attesa intermedia” di tipo “B” contrassegnata dalla sigla “S 1” a cavallo della linea di centerline;
- prima del prolungamento a Nord dell’asse della pista 36 Sinistra/18 Destra (“la turistica”) e immediatamente dopo la piazzola laterale di sosta, una segnalazione di “posizione d’attesa prima della pista” di tipo “A” ;
- dopo il prolungamento a Nord dell’asse della pista 36 Sinistra/18 Destra (“la turistica”) e immediatamente prima di una seconda piazzola laterale di sosta, una segnalazione di “posizione d’attesa prima della pista” di tipo “A” orientata nel senso opposto alla direzione del moto;
- immediatamente dopo la seconda piazzola laterale di sosta, una segnalazione di “posizione d’attesa intermedia” di tipo “B” contrassegnata dalla sigla “S 2” a cavallo della linea di centerline e orientata nel senso opposto alla direzione del moto;
- prima del prolungamento dell’asse della pista 36 Destra/18 Sinistra (“la principale”), una segnalazione di “posizione d’attesa intermedia” di tipo “B” con associata una CLEARANCE BAR a fuochi arancioni unidirezionali e una scritta “STOP” di colore bianco;
- dopo il prolungamento dell’asse della pista 36 Destra/18 Sinistra e immediatamente prima dell’ingresso sul Piazzale “Nord”, una CLEARANCE BAR a fuochi arancioni unidirezionali orientata nel senso opposto alla direzione del moto non associata ad alcuna indicazione grafica

Nota: ulteriori indicazioni di segnaletica orizzontale sono state aggiunte in tempi successivi alla data dell’incidente e non sono pertanto rilevanti per la presente relazione.

La via di rullaggio Romeo 6

La via di rullaggio Romeo 6, alla data attuale chiusa a tutte le operazioni, era al momento dell'evento provvista di linea gialla e di luci verdi di centerline per tutta la sua lunghezza, dal limite sud-orientale del piazzale "Ovest" fino all'ingresso in pista.

Percorrendo la via di rullaggio in senso anti-orario provenendo dal piazzale "Ovest" si incontravano in ordine le seguenti indicazioni:

- prima del prolungamento a Sud dell'asse della pista 36 Sinistra/18 Destra ("la turistica") e immediatamente prima di una piazzola laterale di sosta, una segnalazione di "posizione d'attesa intermedia" di tipo "B" contrassegnata dalla sigla "S 5" a cavallo della linea di centerline;
- dopo il prolungamento a Sud dell'asse della pista 36 Sinistra/18 Destra ("la turistica") e immediatamente dopo una seconda piazzola laterale di sosta, una segnalazione di "posizione d'attesa intermedia" di tipo "B" contrassegnata dalla sigla "S 4" a cavallo della linea di centerline e orientata nel senso opposto alla direzione del moto;
- a circa 180 metri prima dell'intersezione con la pista 36 Destra/18 Sinistra ("la principale") e in corrispondenza di una terza piazzola laterale di sosta, una segnalazione di "posizione d'attesa intermedia" di tipo "B" associata ad una STOP BAR a fuochi rossi unidirezionali e preceduta da una linea trasversale e una scritta "STOP" di colore bianco;
- immediatamente prima della "pista principale", una segnalazione di "posizione d'attesa prima della pista" di tipo "A" non associata ad alcuna indicazione grafica.

La segnaletica verticale

La via di rullaggio Romeo 5

La via di rullaggio Romeo 5 era provvista dei seguenti cartelli di guida verticali:

- un cartello con la indicazione “R 5->” all’inizio del raccordo proveniente dal piazzale “Ovest”, a sinistra della via di rullaggio, di colore rosso su fondo nero, illuminato;
- un cartello con la indicazione “5” all’inizio del raccordo proveniente dal piazzale “Nord”, a sinistra della via di rullaggio, di colore nero su fondo arancione, illuminato.

La via di rullaggio Romeo 6

La via di rullaggio Romeo 6 era provvista di un solo cartello di guida verticale con la indicazione “CAT III”, a sinistra della via di rullaggio proveniente dal piazzale “Ovest” ed in corrispondenza della STOP BAR, di colore bianco su fondo arancione, illuminato.

Venivano però identificati in corso di sopralluogo, all’inizio della via di rullaggio proveniente dal piazzale “Ovest” e appena a sinistra del bordo del raccordo, i fori di alloggiamento dei supporti di un cartello di guida verticale delle stesse dimensioni e tipologia di quello installato all’inizio della via di rullaggio Romeo 5 (“R5->”).

Le “flashing lights”

Nonostante che le procedure riportate in AIP-Italia, e richiamate anche nella raccolta IPI prodotta dal CAV di Linate e nella cartografia Jeppesen, facciano riferimento a “indicatori di luce bianca lampeggianti” (white alternate flash light indicators) che dovrebbero essere posti ai bordi della via di rullaggio Romeo 6, presumibilmente in corrispondenza della segnalazione di “runway holding position” di tipo “A”, non si è trovato riscontro nella realtà della esistenza di tali impianti luminosi.

Queste luci dovrebbero essere utilizzate dai piloti in condizioni di ridotta visibilità per riportare al Controllore di Volo di avere liberato la pista dopo l’atterraggio, ed in effetti alcuni piloti di Aviazione Generale operanti da lungo tempo sul piazzale “Ovest” avevano una vaga memoria di queste luci ma non erano in grado di ricordare quando esse fossero state disattivate.

La STOP BAR del Romeo 6

La STOP BAR della via di rullaggio Romeo 6, installata a protezione della pista strumentale 36 Destra, era costituita da 6 fuochi unidirezionali di colore rosso posizionati trasversalmente alla centerline della via di rullaggio ed era associata a segnaletica di “posizione d’attesa intermedia” di tipo “B” e preceduta da una linea trasversale ed una scritta STOP di colore bianco.

L’alimentazione elettrica dei fuochi non era in alcun modo interconnessa con l’alimentazione delle luci verdi di centerline della via di rullaggio così che i due sistemi erano completamente indipendenti l’uno dall’altro ed in grado di funzionare autonomamente e contemporaneamente.

Il controllo della STOP BAR, sia per la attivazione/disattivazione che per la verifica di efficienza del sistema e dei singoli fuochi, non era nella disponibilità del servizio ATS e, di conseguenza, la STOP BAR non era comandabile dalla Torre di Controllo per cui risultava sempre accesa, come confermato anche da una comunicazione in data 16/12/1998 a firma del Direttore del CAV di Linate.

Durante il sopralluogo veniva identificata, in corrispondenza della STOP BAR, la presenza di colonnine per i sensori a microonde del sistema elettronico di allarme acustico in Torre di Controllo per i casi di attraversamento non autorizzato della STOP BAR ma anche questo sistema risultava disattivato, in data non nota ma certamente precedente il 16/12/98, presumibilmente “al fine di evitare ingiustificati allarmi acustici”.

La cartografia

La documentazione ufficiale prodotta per le necessità della Navigazione Aerea e pubblicata nella raccolta AIP-Italia, riferita all’aeroporto di Milano Linate, è sufficientemente completa per quanto concerne le carte di Area e le procedure di partenza e di avvicinamento e atterraggio strumentale.

La carta di Aerodromo però, pubblicata da ENAV come AGA 2-25.5 il 25 febbraio 1999 (2/99), utilizzata per disseminare le informazioni necessarie ai piloti per il movimento degli aeromobili al suolo dalla posizione di parcheggio alla pista e viceversa, che secondo gli standards ICAO dovrebbe indicare, tra l’altro, tutti i piazzali con la relativa segnaletica orizzontale e la posizione delle piazzole di parcheggio, le vie di rullaggio con la segnaletica

ivi esistente e la localizzazione delle posizioni di attesa e delle STOP BARs (Annesso 4, Cap.13.6.1), mostra carenze significative.

In particolare si evidenzia che le uniche informazioni rappresentate su detta carta e riferite all'area di manovra ad Ovest della pista strumentale sono (oltre ai dati della pista 36 Sinistra/18 Destra) la denominazione delle due vie di rullaggio R5 e R6 e l'indicazione della strada perimetrale di servizio che sul piazzale Ovest si divide in due bracci.

Nel dettaglio a destra della stessa carta si rileva ancora la indicazione di una segnaletica orizzontale ("MARKING AID") lungo la via di rullaggio R6, in corrispondenza della localizzazione nota della segnalazione di "posizione di attesa intermedia" di tipo "B", rappresentata in modo difforme da tutte le altre indicazioni presenti sugli stessi grafici.

La successiva carta "Aircraft Parking/Docking" (AGA 2-25.7), specifica per il parcheggio e l'attracco degli aeromobili e che dovrebbe identificarsi con la "Aerodrome Ground Movement Chart" prevista dall'ICAO per completare le informazioni contenute nella carta di Aerodromo, aggiunge soltanto, per l'area di manovra ad Ovest della pista strumentale, la denominazione del piazzale "Ovest", l'indicazione della linea centrale di rullaggio lungo il piazzale e lungo la via di rullaggio R5 e la numerazione delle posizioni di parcheggio dal 51 al 56.

Su entrambe le carte si identifica infine, nella localizzazione nota della CLEARANCE BAR lungo la via di rullaggio R5, una singola linea perpendicolare all'asse della via di rullaggio che non corrisponde a d alcuna grafica prevista dagli standards ICAO.

In sintesi, la cartografia AIP di Milano Linate in vigore al tempo dell'incidente non era rispondente, per quanto attiene i movimenti da e per il piazzale "Ovest", alla situazione reale e/o mancava di informazioni su:

- posizioni di parcheggio sulla parte meridionale del piazzale "Ovest";
- linee guida di rullaggio dalle dette posizioni di parcheggio;
- segnaletica di posizione di attesa intermedia S1 e S2 sul raccordo R5;
- segnaletica di posizione di attesa di tipo "A" sul raccordo R5;
- presenza delle CLEARANCE BARs sul raccordo R5;
- denominazione delle linee di rullaggio sul piazzale "Nord";
- segnaletica di posizione di attesa intermedia S3 sulla linea Alfa;
- segnaletica di posizione di attesa intermedia S4 e S5 sul raccordo R6;
- presenza della STOP BAR sul raccordo R6;
- segnaletica di posizione di attesa di tipo "A" sul raccordo R6.

Con particolare riferimento alla segnaletica relativa alle posizioni di attesa intermedia S1, S2, S3, S4 e S5 è stato rinvenuto un documento che consente di identificare il momento e le ragioni della loro realizzazione.

In esso si rileva che nel Marzo 1996, in considerazione dell'aumento del numero dei voli previsto per la stagione estiva, fu concordata tra i soggetti aeroportuali interessati (DCA, ENAV, SEA e ATA) l'utilizzazione del piazzale "Ovest" per aeromobili dell'Aviazione commerciale con la creazione di 6 nuove piazzole di sosta ad essi destinate.

Studiate le problematiche di carattere operativo derivanti dalla prospettata utilizzazione ENAV elaborò un documento che prevedeva, tra l'altro, alcuni interventi e nuove procedure di seguito specificate per regolamentare i movimenti di questi aeromobili:

- la realizzazione di segnaletica ICAO diurna contrassegnata da segnali di stop nei punti 1, 2, 3, 4 e 5 indicati su una carta AGA 2-25.7;
- l'installazione di un cartello con segnaletica ICAO sulla via di rullaggio R6 con l'indicazione della TODA per la pista 18 Sinistra;
- l'attuazione di procedure e di fraseologia specifica.

Gli interventi programmati furono in effetti portati a termine, con l'eccezione della segnaletica relativa alla TODA per la pista 18 Sinistra, e già nella stagione estiva di quello stesso anno le nuove piazzole di sosta sul piazzale "Ovest" furono utilizzate dai velivoli dell'aviazione commerciale.

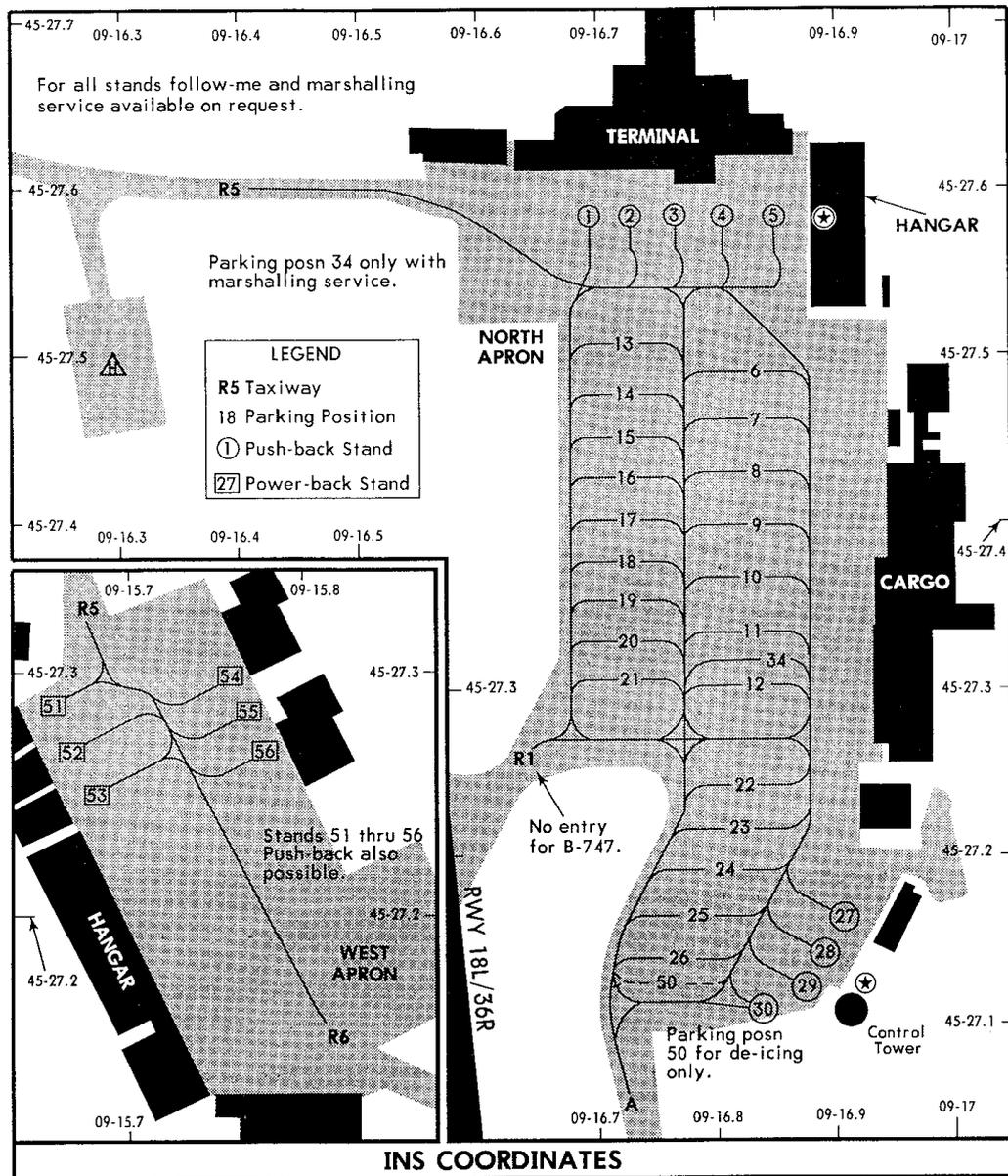
Di conseguenza fu aggiornata la documentazione aeronautica con la pubblicazione delle nuove carte AGA 2-25.5 e 2-25.7 che riportavano le indicazioni delle piazzole dal n. 51 al n. 56 ed il riallineamento della linea centrale di rullaggio sul piazzale "Ovest", ma non facevano alcun cenno alle nuove posizioni di attesa intermedia realizzate sulle vie di rullaggio R5 e R6.

Pur se le informazioni relative alle suddette posizioni di attesa non erano contenute nella documentazione ufficiale, copia del documento ENAV che ne prevedeva la realizzazione, e della carta di Aerodromo che ne indicava la localizzazione lungo le vie di rullaggio Romeo 5 e Romeo 6, era inserita nella raccolta di circolari, comunicazioni, ordini di servizio, ecc., diversi dal manuale IPI, e disponibile in Torre di Controllo.

La documentazione Jeppesen, derivata per quanto attiene l'aeroporto di Milano Linate dall'AIP-Italia e normalmente utilizzata da tutti gli operatori italiani e stranieri come raccolta internazionale delle informazioni aeronautiche, sia per la completezza di informazioni che per il formato più

adatto ai limitati spazi disponibili a bordo, a sua volta mostra le stesse carenze ma aggiunge due elementi nuovi non presenti sulla cartografia AIP:

- 2 coppie di “flashing white lights” ai lati dei raccordi R1 e R6;
- la denominazione “A” sulla linea di centerline del raccordo principale, tra l’incrocio del raccordo R2 e il piazzale “Nord”.



Il radar di sorveglianza di terra

Il giorno 8 Ottobre 2001 era in vigore il NOTAM 1A4557/2001 emesso tre giorni prima con il seguente testo:

VALIDITY FROM 2001 10 05 1000 TO 2001 12 31 2300 EST/PERM E
RADAR ASMI OUT OF SER. REF AIP COM 2-20

Il significato in chiaro del messaggio, inequivocabile e con uno stimato di validità fino al 31 Dicembre, informava che il radar ASMI per il controllo del movimento degli aeromobili al suolo era in avaria.

Esso sostituiva il NOTAM 1A1863/2001 emesso in data 02/05/2001 con validità 30/09/2001, di identico testo, che a sua volta sostituiva un precedente NOTAM del 31/01/2001 valido fino al 30/4 /2001 che a sua volta sostituiva il NOTAM ecc. ecc.

E così via fino a risalire, senza effettiva soluzione di continuità, al NOTAM 1A4880/1999 del 29/11/1999 che riportava:

RADAR ASMI OUT OF SERVICE. REF AIP COM 2-20

In effetti la società incaricata della manutenzione del radar ASMI allora utilizzato sull'aeroporto di Linate, essenziale per la sicurezza e la regolarità delle operazioni in condizioni di visibilità inferiore a 550 metri secondo gli standards ICAO, aveva evidenziato dall'Agosto dell'anno precedente (1998) gravi difficoltà a mantenere l'apparato in efficienza per la indisponibilità di pezzi di ricambio e, alla fine del 1999, provvedeva a smontare il motore dell'antenna senza poterlo sostituire.

E il 6 Marzo 2001 il radar ASMI veniva smantellato e fisicamente rimosso dal sedime aeroportuale.

Dalla fine del 1994 però ENAV (al tempo AAVTAAG) aveva progettato l'installazione di un nuovo sistema radar NOVA 9000 SMGCS integrato con telecamere a raggi infrarossi per il controllo e la guida dei movimenti al suolo sull'area di manovra aeroportuale, già operativo nei principali aeroporti europei quali quelli parigini di Charles de Gaulle e di Orly e quelli londinesi di Heathrow e Gatwick.

Il Servizio Navigazione Aerea della Direzione Generale dell'Aviazione Civile però, interpellato per un parere operativo sulla localizzazione del traliccio dell'antenna, prevista al di fuori delle strisce di sicurezza (Runway strips) nello spazio compreso tra le due piste, nel rispetto delle superfici di

transizione e compatibile con gli altri vincoli aeroportuali, esprimeva un parere negativo senza appello sull'intero progetto.

Le motivazioni addotte erano le seguenti:

- a) “i vantaggi minimi che l'installazione del .. radar .. potrebbe offrire ... quasi completamente sostituibili con l'installazione di 2 Stop Bars”;
- b) “il notevole impatto psicologico negativo per i piloti derivante dalla presenza di un ulteriore ostacolo di notevoli dimensioni (il traliccio dell'antenna - n.d.r.) durante le operazioni con scarsa visibilità e non”;
- c) “il fatto che fino ad oggi (17/05/1995 - n.d.r.) non siano stati riscontrati inconvenienti particolari in quanto il sistema di Linate, per la movimentazione a terra degli aeromobili, è molto lineare”;
- d) “il fatto che il traliccio sarebbe provvisorio in attesa di poter ubicare il radar sulla nuova torre, prevista dal nuovo piano regolatore”;
- e) il fatto che , comunque, resta in servizio l'attuale ASMI;
- f) la necessità che .. “le scelte .. fatte a livello nazionale tengano conto dei programmi di armonizzazione ed integrazione in atto a livello europeo onde evitare l'acquisizione di apparecchiature che siano di fatto obsolete rispetto alla rivoluzione tecnologica in atto nel settore”.

Nonostante le rimostranze dei responsabili ENAV il Servizio N.A. della D.G.A.C. confermava un anno dopo lo stesso parere negativo.

Ma nel luglio 2000, dopo ulteriori 4 anni, ancora la D.G.A.C., nel frattempo trasformatasi in ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), autorizzava il progetto con la sola variante della posizione dell'antenna che doveva essere installata sulla Torre di Controllo, al posto dell'antenna del vecchio radar ASMI.

Alla data dell'evento i lavori per l'installazione del nuovo radar erano sospesi da parecchi mesi in attesa di revisione del materiale in custodia, il vecchio radar era dismesso e l'aeroporto operava in condizioni di CAT III.

E il NOTAM in vigore recitava: RADAR ASMI OUT OF SERVICE

Il capannone di smistamento bagagli

Il capannone di smistamento bagagli posto all'estremità occidentale del piazzale "Nord" e sul quale si abbatteva il Boeing MD87 dopo la collisione in pista era una costruzione in elementi prefabbricati e pilastri in cemento armato realizzata su progetto debitamente autorizzato dalla Direzione Generale dell'Aviazione Civile e che non prevedeva di interessare la superficie di limitazione ostacoli prescritta dagli standards ICAO.

La parte del capannone direttamente interessata all'impatto costituiva la più recente aggiunta al fabbricato rettangolare che chiude a Nord il piazzale di sosta degli aeromobili e comprende l'aerostazione passeggeri, i moli di imbarco e gli uffici aeroportuali.

In occasione del collaudo della cartografia dell'aeroporto da parte di ENAV, sei anni dopo, emergeva che il manufatto costituiva ostacolo alla navigazione superando in altezza per circa 1 metro il piano ostacoli tanto che veniva installata l'apposita segnaletica a luci rosse.

Certamente non esiste nesso eziologico tra il superamento della superficie di limitazione ostacoli e l'incidente ma la collocazione della costruzione, a soli 460 metri dalla fine fisica della pista 36 Destra e a circa 21 metri a destra del prolungamento del bordo pista, diventa elemento determinante per l'arresto istantaneo dell'energia cinetica del Boeing MD87.

E subito alle spalle di questa costruzione insistono altri fabbricati, un parcheggio per taxi e, lungo l'unica strada di accesso all'aerostazione, un distributore di carburante per autotrazione.

Nessun altro aeroporto italiano aperto al traffico civile internazionale e/o provvisto di procedure strumentali presenta situazioni analoghe.

REGISTRATORI DI VOLO

MD-87, SE-DMA.

Digital Flight Data Recorder (DFDR)

Il registratore digitale dei dati di volo (DFDR) di tipo Honeywell P.N. 980-4100-DXUN veniva recuperato nell'immediatezza dell'evento e letto nei giorni 25 e 26 ottobre presso i laboratori del BFU (l'Ente di Stato tedesco incaricato di indagini tecniche su incidenti aeronautici e omologo della ANSV) a Braunschweig, Germania, alla presenza degli investigatori della stessa ANSV e dei Rappresentanti accreditati dei paesi ICAO interessati.

Tutti i dati registrati risultavano coerenti fino al momento della collisione con il Cessna, a seguito della quale alcuni parametri diventavano inattendibili per mancanza di alimentazione elettrica alle barre di destra in conseguenza della condizione di corto circuito instauratasi alla separazione del motore.

Gli elementi significativi riferiti alla corsa di decollo indicavano che :

- a) il decollo veniva effettuato a spinta ridotta;
- b) l'aeromobile entrava in pista 36 Right arrendendosi dopo circa 8 secondi dall'allineamento;
- c) le leve di potenza venivano avanzate a punto fisso al 42-44 % PLA per 8 secondi prima del rilascio freni e quindi erano portate in posizione di T/O FLEX, alla quale corrispondevano valori di spinta di 1.91 EPR su entrambi i motori;
- d) tutti i parametri di entrambi i motori erano regolari fino al momento della collisione;
- e) la manovra di rotazione veniva iniziata ad una velocità compresa tra 132 e 137 nodi ed il carrello anteriore dell'aeromobile si staccava dal suolo a 142 nodi, dopo 37 secondi dall'inizio della corsa di decollo;
- f) un secondo dopo il distacco del ruotino anteriore dal suolo, alla velocità di 144 nodi, il comando del timone di profondità veniva rapidamente portato quasi alla massima escursione a cabrare;
- g) ancora un secondo dopo, e ad una velocità di 146 nodi, le indicazioni relative allo slat destro ed al carrello principale destro riportavano una condizione di "transito";
- h) contemporaneamente le indicazioni di RPM del motore destro si azzeravano istantaneamente ed i relativi parametri di EPR, FF ed EGT si bloccavano a valori non coerenti;

- i) immediatamente dopo le leve di potenza venivano avanzate oltre il 49% PLA ma, nonostante che i valori di FF e EGT del motore sinistro indicassero un aumento del flusso di carburante e della temperatura allo scarico, non si rilevava un conseguente aumento della relativa indicazione di spinta che invece si riduceva a valori intorno a 1.4 EPR;
- j) i parametri aerodinamici indicavano una successiva fase di volo della durata di 10 secondi, con il raggiungimento della altezza massima di 35 piedi, caratterizzata da rapide e ampie variazioni del timone di profondità, tra la posizione neutra e 18 gradi UP, e applicazione a sinistra sia del comando degli alettoni che del timone di direzione;
- k) un secondo prima del contatto con la pista le leve di potenza venivano comandate in posizione IDLE e, dopo il contatto, in REVERSE con valori di spinta di circa 1.5 EPR determinando l'apertura delle conchiglie del motore sinistro;
- l) dopo il contatto il timone di direzione veniva mantenuto a sinistra e venivano azionati i pedali dei freni senza però ottenere un aumento della pressione idraulica ai dischi frenanti delle ruote;
- m) dopo poco più di 6 secondi dal contatto con la pista, a circa 56 secondi dall'inizio della corsa di decollo, ed ancora con il motore sinistro in REVERSE, tutte le registrazioni cessavano.

I tabulati in forma cartacea della registrazione di tutti i parametri estratti dal DFDR da circa 40" prima dell'inizio della corsa di decollo sono inclusi nella raccolta degli allegati, mentre i dati completi di tutto il volo, a partire dall'avviamento dei motori, sono contenuti in un floppy disk inserito nella ultima pagina del raccoglitore degli allegati.

Quick Access Recorder (QAR)

Il registratore di accesso rapido di tipo PENNY e GILLES P.N. 51434-1 è un sistema di registrazione su nastro magnetico, utilizzato di norma dall'operatore ai fini di manutenzione, non provvisto di protezione da urto o da fuoco e posizionato nel vano elettronico immediatamente dietro l'alloggiamento del carrello anteriore.

Il nastro, contenente gli stessi dati registrati dal DFDR, veniva recuperato il giorno dopo l'incidente e letto il 17 ottobre presso i laboratori della SAS a Copenaghen, sotto la sorveglianza della ANSV e dell'SHK (l'Ente statale svedese incaricato di indagini tecniche su incidenti aeronautici), per avere le prime indicazioni sulla dinamica dell'evento.

Parametri all'apparenza attendibili erano registrati fino al momento della collisione ma, poiché il sistema non è certificato quale Crash Recorder, i dati venivano confrontati con le informazioni desunte dalla decodifica del DFDR, consentendo in tal modo di confermare reciprocamente la validità delle registrazioni dei due diversi sistemi sulla base della loro similarità.

Cockpit Voice Recorder (CVR)

Il registratore dei suoni in cabina di pilotaggio di tipo Honeywell P.N. 980-6020-001, installato sul lato destro del bagagliaio posteriore, immediatamente dietro il vano di alloggiamento del carrello principale destro, era inavvertitamente rimosso insieme alle macerie del capannone durante i primi interventi di soccorso e veniva recuperato soltanto 10 giorni dopo l'incidente.

Veniva letto il 25 e 26 ottobre presso i laboratori del BFU in Germania e successivamente, per le comunicazioni in lingua Svedese, tradotto a cura della SAS sotto la sorveglianza della ANSV e dell'SHK.

Le registrazioni del CVR, contenente dati validi su tutte le piste, iniziavano alle ore 05.39.55 UTC, al termine delle operazioni d'imbarco, e confermavano sui canali 2 e 3 le comunicazioni intervenute prima sulla frequenza Ground, fino al momento in cui il volo SK 686 era stato trasferito sulla frequenza di Torre, e poi sulla frequenza di Torre.

Sul canale n. 4, relativo al microfono di area in cabina di pilotaggio, venivano invece registrate le comunicazioni intervenute a voce tra i due piloti i quali, secondo lo standard SAS, non indossavano cuffie provviste di microfono incorporato (hot mike).

Per questa ragione la registrazione della maggior parte delle comunicazioni intervenute tra i due piloti durante il decollo erano incomprensibili, per l'aumentato livello di rumore di fondo, e/o coperta dalle trasmissioni sulle frequenze ATC.

Alla pagina seguente si riportano le registrazioni più significative intervenute durante la corsa di decollo, mentre le trascrizioni integrali in lingua Inglese e Svedese sono contenute nella raccolta degli allegati.

La registrazione, della durata di 30'26'', si interrompe alle 06.10.21 UTC.

TRASCRIZIONI DAL COCKPIT VOICE RECORDER VOLO SK 686

ORA UTC	STAZIONE	MESSAGGIO
06.09.24	TWR	Scandinavian 686, Linate, autorizzato al decollo 36, vento calmo, riportate rullando. Quando in volo trasmettete IDENT
06.09.37	CM2	Autorizzato al decollo 36 destra, quando in volo trasmetteremo IDENT e stiamo rullando, Scandinavian 686.
06.09.45	CM1	Automanetta ON, regolazione spinta.
06.09.47	Area Mike	<i>Rumore di rotolamento delle ruote.</i>
06.09.56	CM2	Spinta regolata, strumenti controllati ... e 130.
06.10.03	CM1	130 controll ... (coperto da altra trasmissione RTF).
06.10.14	CM2	Vi Uno.
06.10.16	CM2	Rotazione.
06.10.18	Area Mike	<i>Rumore del distacco del ruotino dal suolo, vibrazioni del braking pad e della decelerazione del ventilatore strumenti. Riduzione del rumore di rotolamento sulla pista.</i>
06.10.20	CM2	Che diav....
06.10.21	Area Mike	<i>Forte rumore di impatto registrato su tutti i canali.</i>
06.10.21	121.5 Mhz	<i>Segnale di trasmettitore di emergenza (per 0.2 sec).</i>

CESSNA Citation 525 A (D-IEVX).

Nessun registratore dei parametri di volo o delle comunicazioni in cabina di pilotaggio era installato a bordo del velivolo al momento dell'incidente, né era richiesto, in considerazione dello *status* di velivolo privato.

INFORMAZIONI SULL'IMPATTO E DISTRIBUZIONE DEI ROTTAMI

La collisione tra i due aeromobili aveva luogo sulla pista 36 Right, alla intersezione delle vie di rullaggio Romeo 6 e Romeo 2, con la pista stessa.

Dopo lo scontro il Boeing MD87 proseguiva in volo per alcuni secondi e poi ricadeva sulla pista continuando la sua corsa lungo una traiettoria in leggera curva a destra, rispetto all'asse pista, fino ad abbattersi con la fiancata sinistra sui pilastri frontali della sezione più esterna del capannone di smistamento bagagli.

La fusoliera si spezzava in tre pezzi all'impatto, e più precisamente:

- la sezione anteriore, dalla paratia posteriore dell'alloggiamento del radar meteorologico (Sta. 37) ad una linea di frattura obliqua che partiva dalla stazione 275 sul lato sinistro fino alla stazione 703 sulla fiancata destra, immediatamente avanti al bordo d'attacco alare;
- la sezione mediana, approssimativamente dal bordo d'attacco alare alla paratia di pressurizzazione posteriore (Sta. 1129) e comprendente l'intera struttura dell'ala;
- la sezione posteriore, dalla stazione 1129, comprensiva della paratia di pressurizzazione e degli impennaggi di coda.

La sezione anteriore rimaneva all'esterno del capannone con la fiancata destra all'apparenza intatta e doveva essere tagliata dai soccorritori per poter accedere a bordo.

Al suo interno il pavimento era pressochè intatto per tutta la sua lunghezza ma tutte le strutture ad esso sovrastanti, dalla piantana, dalle barre di comando e dai pannelli strumenti in cabina di pilotaggio al galley anteriore ed ai pochi sedili rimasti collegati alle relative guide, erano deformate e spostate verso la fiancata sinistra.

Gli alloggiamenti superiori dei bagagli a mano erano a loro volta separati dalla fusoliera ai rispettivi punti di attacco.

Tutti i sedili separati dai loro punti di ancoraggio al pavimento e tutti gli occupanti della zona anteriore erano ammassati sul lato sinistro della cabina e indicavano, così come tutte le deformazioni descritte, carichi laterali estremamente elevati all'impatto.

La sezione mediana, insieme all'intera struttura alare, abbatteva uno dei pilastri frontali del capannone e penetrava all'interno di questo, rimanendo

sepolto sotto le travi in cemento del tetto che collassavano per la mancanza di supporto.

Con l'eccezione dell'estremità alare sinistra, tranciata all'impatto e rimasta all'esterno del capannone, e di parte della struttura centrale dell'ala e di tutta la semiala destra, la sezione mediana con tutti i suoi occupanti era stata interessata al violento incendio e totalmente distrutta dalle fiamme.

Il carrello sinistro era intatto e completo di tutti i suoi componenti (gamba di forza, ammortizzatore, ruote, freni, pneumatici) ma interessato dal fuoco che aveva quasi del tutto distrutto i pneumatici.

La semiala destra, anch'essa parzialmente interessata dal fuoco che ne distruggeva parte del rivestimento in corrispondenza dei serbatoi, mostrava deformazioni da torsione e da impatto dei bracci e dei martinetti di azionamento della gamba di forza del carrello destro, lo scoppio del cilindro del relativo ammortizzatore con fuoriuscita del pistone e deformazioni alle guide e alle cerniere della sezione interna del flap che risultava mancante.

Lo slat più interno mostrava segni di impatto con un oggetto o struttura che si estendevano fino al bordo di attacco alare e mancavano gli slats 2 e 3.

La sezione di coda rimaneva all'esterno del capannone, in una rientranza del muro perimetrale, incastrata nelle putrelle di sostegno di una tettoia e non veniva interessata dalle fiamme ad eccezione dei piani orizzontali che, separatisi dall'impennaggio verticale insieme all'estremità superiore della deriva, erano terminati sul tetto dell'edificio.

Le conchiglie del REVERSE sinistro risultavano aperte ma il motore, direttamente interessato all'impatto con lo spigolo del muro del capannone all'altezza delle camere di combustione, si era diviso in due pezzi, così che il compressore penetrava nel capannone mentre la parte posteriore rimaneva all'esterno.

Alcuni componenti del Boeing MD87 erano recuperati in pista o nelle immediate vicinanze di essa, ed in particolare:

- il pannello dello slat più interno dell'ala sinistra (slat n. 0) era al bordo sinistro della pista all'intersezione della via di rullaggio Romeo 6;
- il portellone interno del carrello destro era in pista, prossimo alla centerline, a pochi metri oltre il punto d'impatto e l'intersezione del Romeo 6;
- il service panel idraulico destro era anch'esso in pista, prossimo al bordo destro e all'imboccatura della via di rullaggio R2;

- la parte inferiore del carrello destro, costituita da ruote, freni, pneumatici e pistone dell'ammortizzatore, era sul prato appena a sinistra della pista in corrispondenza del traverso dell'intersezione della via di rullaggio Romeo 1;
- il motore destro era appena fuori del bordo destro della pista all'inizio della via di rullaggio Romeo 1;
- pezzi del rivestimento a nido d'ape del ventre di fusoliera erano incastrati nella struttura dello stabilizzatore verticale del Cessna Citation.

Tre diverse serie di tracce erano poi individuate lungo la pista.

La prima era costituita da segni di pneumatici e del bordo dei cerchioni, con alcune profonde impronte circolari sul manto della pista, allineata tra il punto di collisione e la posizione nella quale era rinvenuto il carrello destro.

La seconda era a destra dell'asse centrale della pista, allineata lungo la direttrice congiungente il punto di collisione e la posizione del motore destro, ed era caratterizzata da scalfitture longitudinali del manto della pista e da chiazze di olio con la presenza di numerosi pezzi della gondola e degli accessori del motore destro.

La terza, e più significativa, iniziava a circa 150 metri dalla fine della pista, a destra della linea di mezzeria e oltre l'intersezione del raccordo Romeo 1, e mostrava inizialmente due brevi linee parallele lasciate dai pneumatici del carrello sinistro alle quali si associavano, quasi alla fine della pista, una nuova leggera strisciata scura, verosimilmente lasciata dal ruotino anteriore, e una coppia di tracce parallele prodotte dalle cerniere del flap.

Tutte le tracce, associate rispettivamente al carrello sinistro, al ruotino anteriore ed alle cerniere del flap destro, continuavano attraverso lo spazio erboso oltre la pista e lungo il percorso del Boeing MD87 che curvava leggermente a destra e indicavano che l'asse longitudinale del velivolo ruotava a destra più rapidamente della variazione della direzione del moto.

Le tracce proseguivano a intermittenza sulla superficie in cemento della estremità occidentale del piazzale principale e attraverso la via di rullaggio Romeo 5 fino al punto d'impatto finale.

Il Cessna 525A era rimasto in pista nel punto in cui era avvenuta la collisione, all'intersezione del raccordo Romeo 6 con la pista 36 Right, travolto dal velivolo in decollo.

All'impatto l'aeromobile executive si era spezzato in tre parti principali, la sezione anteriore di fusoliera, l'ala e gli impennaggi di coda.

La sezione anteriore di fusoliera e l'ala venivano quasi del tutto consumate nell'incendio sviluppatosi dopo la collisione mentre la struttura di coda con i relativi impennaggi non subiva sostanziali danni da fuoco.

La sezione anteriore di fusoliera, dal radome all'ala, era posizionata appena a destra della centerline, all'intersezione del raccordo Romeo 2, con la prua orientata a Sud.

Il radome ed il bagagliaio anteriore erano carbonizzati ma non mostravano segni d'impatto diretto e tutta la struttura intorno al cockpit, posteriormente alla paratia di pressurizzazione, era consumata dalle fiamme.

I primi rilievi fotografici mostravano entrambi i piloti ancora nei rispettivi sedili nella cabina di pilotaggio a cielo aperto e priva della parte superiore della fusoliera.

L'ala era ad una decina di metri a Nord della sezione anteriore, sempre appena a destra dell'asse della pista, con il suo bordo d'attacco orientato verso Ovest e l'imboccatura della via di rullaggio Romeo 6.

La semiala sinistra, quasi completamente distrutta dal fuoco, non mostrava segni di collisione mentre la semiala destra, anch'essa danneggiata dalle fiamme, era anche priva della sua estremità, di uno dei pannelli di rivestimento del bordo d'attacco e dell'alettone.

Tutte e tre le parti separate dall'ala, e rinvenute sulla mezzeria sinistra della pista ad alcuni metri a Nord del punto di collisione tra i due aeromobili, non erano interessate dall'incendio e mostravano nella loro parte inferiore le tracce di contatto per scorrimento con pneumatici le cui impronte corrispondevano al disegno del battistrada rilevabile sul carrello principale destro separatosi dal Boeing MD87 (il carrello sinistro era totalmente distrutto nell'incendio).

La linea di separazione della estremità alare, rettilinea e parallela alle tracce di pneumatico, partiva dal bordo d'attacco e proseguiva obliquamente verso la radice e verso il bordo d'uscita con un angolo di circa 45-50 gradi.

Anche la parte più grande della sezione di coda era rimasta in pista, ancora una volta appena a destra della centerline, a circa 15-20 metri dall'ala, e presentava notevoli danni strutturali ma soltanto minimi danni da fuoco.

Lo stabilizzatore verticale, completo del timone di direzione, era rimasto attaccato alla struttura del cono di coda ma era fortemente compresso nella direzione longitudinale, nel senso opposto al moto di avanzamento e appena verso sinistra, tanto che la sua corda media si era ridotta di circa il 75%, e, osservata lateralmente, presentava nell'area danneggiata una forma circolare ad ampio raggio.

Nella parte superiore del bordo d'attacco, in corrispondenza della zona danneggiata, erano incastrate parti di una struttura a nido d'ape in seguito identificate come provenienti dal ventre di fusoliera del Boeing MD87.

Entrambi gli stabilizzatori orizzontali ed il tubo di torsione comune con i relativi contrappesi erano separati dall'impennaggio verticale e divisi ciascuno in due parti, così come i rispettivi timoni di profondità, ed i vari pezzi erano sparsi sulla pista a varie distanze a Nord del cono di coda e dell'intersezione con le vie di rullaggio Romeo 2 e Romeo 6.

Lo stabilizzatore orizzontale sinistro, in particolare, mostrava una netta linea di frattura che partiva dal bordo d'attacco e proseguiva obliquamente verso l'esterno con un angolo di 40-45 gradi.

Segni di contatto con pneumatici erano presenti sulla parte inferiore di molti dei pezzi del piano orizzontale e dei timoni di profondità e sul longherone posteriore del timone sinistro.

Il motore sinistro era rimasto attaccato al punto d'ancoraggio inferiore del suo pilone ed alla sezione di coda e presentava danni da impatto con una struttura o oggetto molto pesante lungo una linea che, partendo dalla zona frontale del compressore, ne percorreva la parte superiore incidendola profondamente lungo una direttrice obliqua da destra verso sinistra con un angolo di circa 30 gradi rispetto all'asse dell'albero motore.

Il motore destro, separato dal suo pilone durante la collisione, si divideva in due parti che viaggiavano per circa 400 metri verso Nord arrestandosi sul bordo destro della pista e mostrava sulla sua parte esterna (destra) due aree di violento impatto.

INFORMAZIONI MEDICO-PATOLOGICHE

Tutti i 114 occupanti dei due velivoli coinvolti nella collisione decedevano a causa dell'evento, così come altre 4 persone travolte dal Boeing MD87 nel capannone di smistamento bagagli nel quale lavoravano o investite dal crollo del tetto del capannone stesso.

Le forme di lesività riscontrate in sede di esame autoptico sui corpi dei componenti dell'equipaggio dell'aeromobile Scandinavo (almeno due dei quali dovevano occupare i posti loro assegnati nella parte posteriore del velivolo), e indicative dei traumi subiti da tutti i passeggeri del volo SK 686 ancor prima che si sviluppasse l'incendio, si differenziavano però in modo assoluto da quelle rilevate sui soggetti che erano a bordo del Cessna..

Per l'equipaggio Scandinavo le cause del decesso sono ascrivibili, secondo le conclusioni del collegio medico-legale, .. “all'applicazione di una forma di lesività esogena traumatico-contusiva ... , associata a notevoli e diffuse alterazioni cutanee ..., di tipo meccanico-cinetico ... chiaramente riferibili all'incontro violento del corpo con una superficie resistente”.

E “ risulta del tutto evidente che la stragrande maggioranza delle lesioni riscontrate, anche qualora prese singolarmente, potrebbero già render conto della causa del decesso che viene quindi identificata per tutti i membri dell'equipaggio dell'aeromobile SAS in un violento politraumatismo contusivo produttivo di lesioni scheletriche e viscerali multiple”.

Il decesso risultava pertanto istantaneo e pienamente riconducibile all'impatto del velivolo, ad alta velocità, contro le strutture in cemento armato del capannone adibito allo smistamento bagagli ed al conseguente immediato arresto della elevatissima energia cinetica.

Ulteriore conferma delle cause meccaniche del decesso veniva dagli accertamenti chimico-tossicologici che dimostravano l'assenza di elementi probatori che testimoniassero l'inalazione di fumi nel corso dell'incidente e permettevano di affermare che “l'incendio non giocò alcun ruolo nel determinismo della morte dei membri dell'equipaggio SAS” e, verosimilmente, di tutti gli altri occupanti del Boeing MD87.

Diverse risultavano le modalità di decesso di almeno tre dei quattro occupanti del Cessna Citation 525A per i quali giocò un ruolo decisivo l'esposizione alle fiamme.

Uno solo dei passeggeri del velivolo executive presentava infatti esclusivamente lesioni, non dissimili da quelle riscontrate sui corpi dei componenti dell'equipaggio Scandinavo, dovute a violento politraumatismo contusivo a livello del bacino, del tronco e del cranio per cui si poteva ritenere che l'esposizione al fuoco, con conseguente estesa carbonizzazione del corpo, era avvenuta in epoca successiva alla morte.

Tanto veniva anche testimoniato dall'assenza di residui carboniosi a livello delle vie aeree come confermato dalle analisi chimico-tossicologiche.

Per il secondo passeggero gli accertamenti post mortem individuavano la presenza di un'estesa patologia di origine traumatica contusiva a livello della base encefalica, che poteva essere di per sé considerata causa di decesso, anche se non immediato, associata a evidenze di lesività ipertermica e presenza di residui carboniosi nelle vie aeree, prospettando quindi una relativa sopravvivenza dopo lo scoppio dell'incendio ed una concausa del fuoco nel determinismo del decesso.

Diversi, invece, i casi dei due piloti Tedeschi.

In nessuno di essi venivano trovate tracce di lesività traumatica in grado di produrre il decesso ma, al contrario, si rilevava la presenza di residui carboniosi nelle vie aeree e di elevate concentrazioni di ossido di carbonio nel sangue nella media di quelle riscontrabili nei decessi nel corso di incendi.

Di conseguenza, in assenza di qualsiasi elemento probatorio di altra causa di morte e sulla base dei risultati degli accertamenti chimico-tossicologici che evidenziavano la sicura respirazione di fumi, la morte dei due piloti del Cessna Citation 525A era riconducibile all'incendio sviluppatosi sul loro aeromobile successivamente alla collisione in pista con il Boeing MD87.

È da rilevare infine che le stesse indagini chimico-tossicologiche, svolte sia sui componenti dell'equipaggio Scandinavo che su tutti gli occupanti del Cessna 525A, evidenziavano l'assenza di sostanze stupefacenti e/o psicotrope o alcool in grado di alterare il comportamento ed escludevano pertanto un loro coinvolgimento nella determinazione dell'evento.

INFORMAZIONI SULL'ORGANIZZAZIONE

Generalità

L'attività dell'aeroporto di Milano Linate è regolata da un insieme di soggetti giuridici con diverse funzioni che dovrebbero integrarsi per una efficiente e sicura operatività della struttura aeroportuale.

L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), è l'Ente regolatore dell'aviazione civile italiana, sotto il controllo del Ministero dei Trasporti, ed è presente su Linate con la Direzione di Circostrizione Aeroportuale (DCA) ed il suo Ufficio Controllo Traffico (UCT).

L'ENAV spa (ex Ente Nazionale di Assistenza al Volo) è un soggetto privato fornitore del servizio di Controllo del Traffico Aereo in forza di accordi a livello ministeriale, e pertanto anch'esso soggetto alla vigilanza del Ministero dei Trasporti ma non sotto la giurisdizione del Direttore di Aeroporto, ed è presente con il locale Centro Assistenza al Volo (CAV) per provvedere, tra l'altro, all'organizzazione ed esercizio del traffico aereo generale, delle informazioni aeronautiche e del servizio meteorologico.

La SEA è una società per azioni titolare di una concessione governativa per l'erogazione dei servizi di assistenza ai vettori aerei (ground handling) e per la gestione totale dell'aeroporto, comprendente i lavori di manutenzione e modifica delle aree di manovra su mandato e sotto il controllo dell'ENAC in coordinamento, se necessario, con ENAV.

L'ATA è anch'essa una società di gestione aeroportuale e dispone di una propria aerostazione per fornire il servizio di assistenza (ground handling) ai velivoli della cosiddetta Aviazione Generale (executive, aerotaxi, turismo, ecc.) che utilizzano il piazzale "Ovest" a loro riservato.

Questo quadrumvirato costituisce una complessa situazione operativa sulla quale, comunque, dovrebbe vigilare ENAC attraverso la sua struttura sia centrale che periferica.

Tutti i soggetti menzionati, insieme a tutti gli altri soggetti presenti sull'aeroporto, partecipano con i loro rappresentanti ad un Comitato Aeroportuale per la Sicurezza (CASO) presieduto e convocato dal Direttore dell'Aeroporto che si riunisce, secondo necessità e senza pianificazione periodica, per discutere di problematiche locali connesse soprattutto alla *security* aeroportuale senza affrontare gli aspetti di Sicurezza del Volo.

ENAC e la Direzione di Circostrizione Aeroportuale

Il Direttore di Aeroporto e l'Ufficio Controllo Traffico

Lo status di Autorità regolamentare dell'ENAC pone naturalmente il Direttore di Aeroporto, in quanto rappresentante periferico dell'Autorità, su un piano di superiorità rispetto agli altri soggetti e gli affida non soltanto compiti di coordinamento delle varie attività ma anche e soprattutto, pur nel rispetto delle specifiche competenze, il dovere/potere della vigilanza attenta e costante sul mantenimento della sicurezza operativa delle infrastrutture aeroportuali (*safety*) e del controllo del rispetto delle norme nazionali ed internazionali da parte di tutti gli operatori.

La legislazione aeronautica nazionale lo investe inoltre di ampi poteri in materia di polizia aeroportuale dandogli autorità di impedire la partenza o l'arrivo di un aeromobile, quando lo richiedano motivi di sicurezza della navigazione, e di sottoporre un aeromobile a visita di controllo qualora egli lo ritenga necessario.

Il Direttore di Aeroporto esercita le sue funzioni di vigilanza e controllo dell'attività aeroportuale operativa prevalentemente mediante i funzionari dell'Ufficio Controllo Traffico che diventano suoi delegati e sono quindi, secondo il dettato delle procedure operative emanate dall'Ente ed a loro riferite, incaricati tra l'altro di:

- verificare il rispetto della procedura di ispezione pista da parte del gestore aeroportuale ed effettuare a loro volta verifiche periodiche ispettive per accertare l'efficacia di detta procedura;
- effettuare visite ispettive a campione sull'attività legata alla gestione dei piazzali da parte dei gestori aeroportuali;
- monitorare il traffico aereo tramite la documentazione di arrivo e partenza secondo le procedure definite dal Direttore di Aeroporto;
- effettuare ispezioni e controlli a campione sui voli e sulla documentazione prescritta (compresi gli attestati, le licenze e le abilitazioni del personale di volo), scegliendo i voli da controllare secondo un attento esame della conoscenza, *o meglio non conoscenza*, dei singoli dati operativi o di altri parametri, e attivare le procedure per non consentire il decollo dell'aeromobile qualora le evidenze indichino serie conseguenze per la Sicurezza del Volo;
- coordinare ed eseguire, in caso di incidente o inconveniente di volo, il piano di emergenza aeroportuale emanato dal Direttore di aeroporto.

ENAV e il Servizio di Controllo del Traffico Aereo

Il contesto operativo

Il giorno e l'ora dell'incidente rappresentavano per l'aeroporto di Linate, mediamente interessato da un numero di 270 movimenti al giorno nel mese di Ottobre (dati 2000), un momento di particolare intensità di traffico aereo, e di carico di lavoro per i Controllori di Volo in servizio, con 21 voli di linea schedati in partenza tra le 04.45 e le 05.45 UTC oltre ai voli executive e a quelli in arrivo.

Nei soli 15 minuti intercorsi tra la richiesta di autorizzazione al rullaggio da parte di SK 686 e l'autorizzazione al decollo dello stesso volo il traffico aereo, rilevabile dalle registrazioni delle comunicazioni T/B/T, coinvolgeva 10 aeromobili in partenza (5 aeromobili di linea dal piazzale "Nord" ed altri 5 velivoli di Aviazione Generale dal piazzale "Ovest").

L'aeroporto operava formalmente in Categoria III, dalle ore 05.24 UTC, con visibilità generale tra 50 e 100 metri e RVR intorno a 200 metri con valori minimi registrati a 175 metri, nella indisponibilità di radar SMGCS.

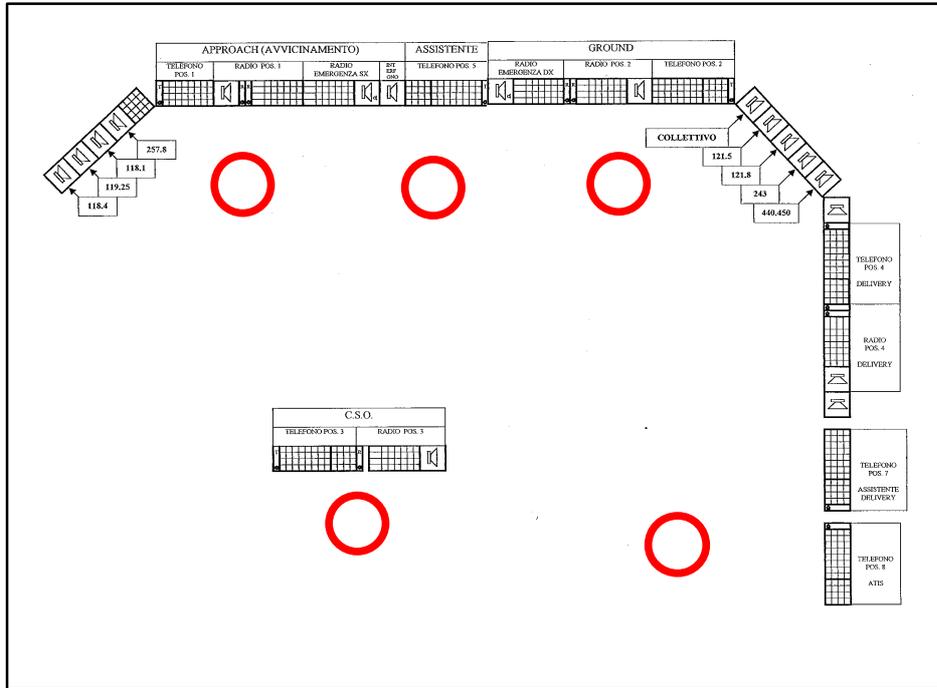
Organizzazione e compiti del personale

Il servizio ATC dell'aeroporto di Linate, ufficialmente regolamentato dal Doc. 4444 ICAO, prevede la presenza in Torre di 4 postazioni di lavoro disposte secondo lo schema della pagina seguente, con le postazioni del Controllore TWR, dell'Assistente (coordinatore) e del Controllore GROUND disposte in unica fila e orientate verso l'area di manovra e, dietro di esse e al centro della sala, la postazione del Responsabile Operativo (CSO)/Capoturno.

Il turno di servizio diurno prevede la presenza in Torre di Controllo del Responsabile Operativo (CSO), e di 4 Controllori, per un totale di 5 persone.

Il quinto Controllore viene utilizzato dal Responsabile Operativo/Capoturno per dare il cambio periodicamente ai tre CTA nelle posizioni operative.

pista
↑



Il ruolo ed i compiti delle singole funzioni, definiti nel manuale IPI, si possono di seguito riassumere, con specifico riferimento all'incidente.

Il Responsabile Operativo (CSO)/Capoturno:

- è responsabile della qualità e della regolarità delle operazioni;
- è responsabile della gestione tecnico-operativa della Torre;
- applica le norme d'impiego operativo curando l'uniformità di applicazione delle stesse;
- modula la configurazione della sala operativa in funzione del traffico;
- provvede ad attuare, per la parte di competenza, opportune azioni di coordinamento in caso di eventi particolari (attivazione/cancellazione delle LVP, avaria ai sistemi ASMI e CDS 1000 durante le LVP, ecc.);
- si assicura che venga inserito in ATIS il messaggio relativo alla categoria di operazioni in atto ("Cat 2/3 in progress").

Il Controllore di Torre:

- controlla tutto il traffico ... nel CTR;
- applica tutte le norme che regolano il servizio di controllo del T.A.;
- attua la pianificazione predisposta dal Responsabile Operativo (CSO);
- durante le operazioni Cat 2/3 garantisce le separazioni previste tra aeromobili in avvicinamento e le limitazioni al rullaggio ed al movimento di aeromobili e veicoli al suolo;
- informa i velivolo in atterraggio della categoria di attivazione LVP e dei dati meteorologici;
- cura l'accensione delle luci;
- aziona il comando luci delle aree sensitive (R1, R6);
- allo scopo di ottenere una efficace sicurezza delle operazioni utilizza gli apparati radar ASMI e CDS 1000 per gli scopi previsti.

Il Controllore Ground:

- regola la circolazione di aeromobili, veicoli e persone sull'area di manovra;
- trasmette agli aeromobili in partenza i dati di pre-decollo, le autorizzazioni di uscita e le eventuali restrizioni;
- effettua la diffusione dell'ATIS in caso di avaria al sistema automatico

Il Controllore Assistente:

- assiste i CTA TWR e GND effettuando i coordinamenti telefonici con gli altri Enti del Controllo del Traffico Aereo (Milano Arrival, ACC);
- tiene i collegamenti con l'ARO ed effettua i coordinamenti necessari con la DCA e con tutti gli Enti aeroportuali secondo necessità.

Le procedure e le pratiche operative

Le procedure di rullaggio da/per il piazzale “Ovest”

Secondo la documentazione aeronautica ufficiale (AIP), richiamata dalle IPI e dai manuali JEPPESEN largamente diffusi e approvati da tutte le Autorità aeronautiche, le sole procedure specifiche per il rullaggio degli aeromobili che utilizzavano il piazzale “Ovest” erano le seguenti:

- a) gli aeromobili atterrati in Cat III per pista 36R dovranno riportare pista libera usando le vie di rullaggio R1 e R6 appena passati gli indicatori di luce bianca lampeggianti posti ai bordi delle TWYL;
- b) durante le operazioni in Cat. 2 e Cat. 3 gli aeromobili in rullaggio da/per Linate “Ovest” verranno fermati dalla TWR al segnale di stop sulla via di rullaggio R6;
- c) in accordo alla disposizione della DGAC n. 42/1693/A3/4.1, tutti gli aeromobili, prima di rullare sulla striscia della via di rullaggio R5 situata lungo l'estensione della linea di centro pista della 36R, dovranno richiedere ed ottenere specifica autorizzazione ATC. (La disposizione richiamata, ribadita dall'O.d.S. ENAV n. 35/97, richiedeva che durante le operazioni di decollo per pista 36R nessun aeromobile impegnasse la via di rullaggio R5 nel tratto corrispondente al prolungamento della pista e che pertanto la TWR istruisse il traffico in rullaggio su R5 a fermarsi alla barra di arresto prima dell'attraversamento).

Nella realtà le procedure applicate 11 giorno dell'incidente erano alquanto differenti, ed in particolare:

- a) gli aeromobili atterrati venivano istruiti a riportare pista libera sulle vie di rullaggio R1 e R6, senza alcun riferimento a “luci bianche lampeggianti” chiaramente inesistenti;
- b) gli aeromobili in rullaggio dal piazzale “Ovest” venivano instradati indifferentemente sulle vie di rullaggio R6 (ERJ 2531) e R5 (I-LUBI);
- c) gli aeromobili non venivano fermati prima dell'attraversamento della estensione della pista 36R durante le operazioni di decollo ma la loro autorizzazione a continuare il rullaggio era condizionata soltanto dai movimenti eventualmente in atto sul piazzale “Nord”.

Nessuna delle procedure operative previste dall'Annesso 14 ICAO per la prevenzione delle “inadvertent runway incursions” o per la limitazione del numero dei movimenti al suolo degli aeromobili era in atto, nonostante l'assenza sia del radar ASMI che di idonee Stop Bars a tutte le intersezioni tra le vie di rullaggio e la pista attiva.

TECNICHE D'INVESTIGAZIONE

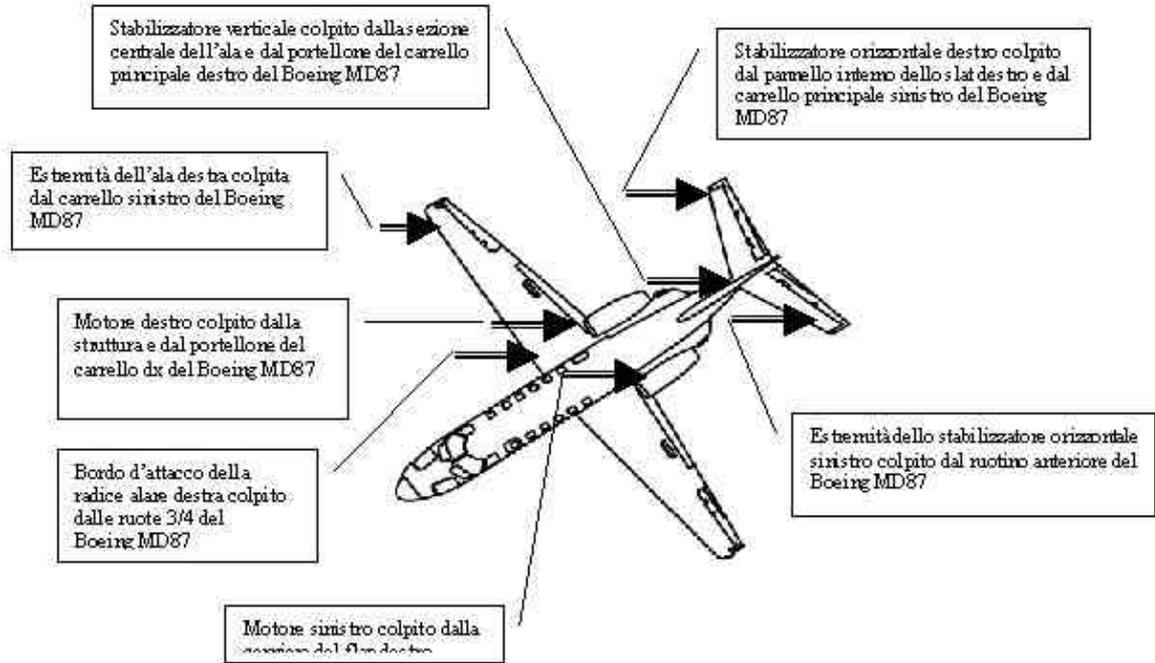
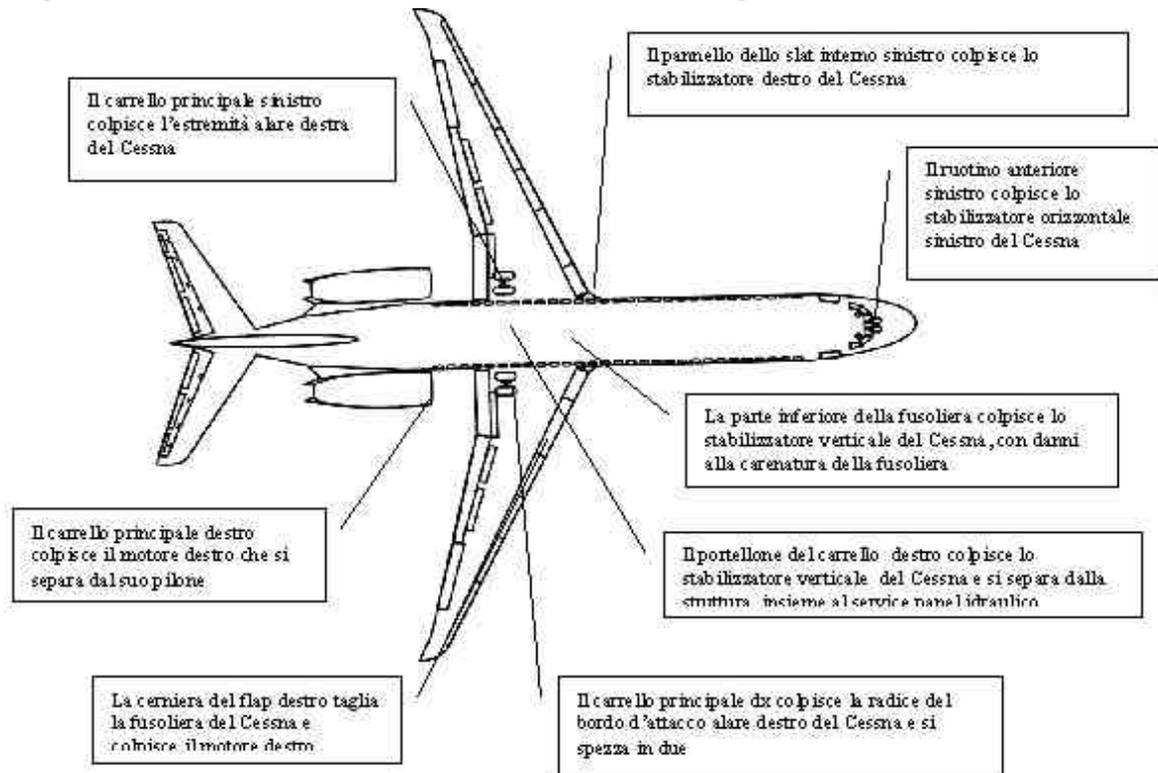
Ricostruzione ed esame dei relitti

I relitti di entrambi gli aeromobili venivano rimossi e trasferiti presso un capannone aeroportuale all'interno del quale le parti più significative erano assemblate e studiate alla ricerca dei punti di contatto reciproco per poter definire, la sequenza degli eventi durante la collisione.

Di particolare interesse risultavano a tale scopo le seguenti evidenze che mostravano una chiara corrispondenza reciproca:

	Boeing MD87	Cessna Citation 525A
1	Esplosione del ruotino anteriore sinistro con rottura del deflettore	Taglio netto dell'estremità dello stabilizzatore sinistro (45° dal bordo)
2	? ? (i battistrada degli pneumatici di sinistra sono andati distrutti)	Taglio dell'estremità alare destra, con tracce parallele di pneumatici sulla superficie inferiore simili al disegno del battistrada delle ruote di destra
3	Rottura della gamba di forza del carrello destro e del relativo ammortizzatore, con separazione della parte inferiore comprensiva del pistone e delle ruote	Separazione dell'ala dalla fusoliera, separazione del motore destro dal suo pilone e rottura trasversale della sezione posteriore di fusoliera con separazione dei piani di coda
4	Separazione del pannello interno dello slat sinistro e distruzione dei pannelli del rivestimento a nido d'ape del ventre di fusoliera	Danni alla radice del bordo d'attacco dello stabilizzatore orizzontale destro e presenza di pezzi del rivestimento del Boeing nella struttura di coda
5	Separazione dalla fusoliera del service panel idraulico destro e del portellone principale del carrello destro	Distruzione totale del bordo d'attacco dello stabilizzatore verticale e forte compressione della struttura verticale dei piani di coda
6	Deformazione laterale della cerniera del flap interno destro, con l'assenza di tutto il pannello del relativo flap	Danni da impatto frontale al compressore del motore sinistro, con un profondo taglio obliquo sulla parte superiore del motore fino alla turbina

Sul relitto del Boeing MD87 era ancora evidente la deformazione verso l'alto del pilone del motore destro il quale, separato dai supporti e terminato a circa 600 metri oltre il punto di primo impatto tra i due velivoli, mostrava una profonda impronta semicircolare nella parte inferiore della presa d'aria dello stesso diametro del pistone dell'ammortizzatore del carrello destro.

Figura 1 Punti di collisione e danni al CitationJet**Figura 2 Punti di collisione e danni al Boeing MD87**

Ricostruzione della dinamica degli eventi

Alcune premesse sono necessarie prima di procedere ad esaminare le evidenze emerse durante la parziale ricostruzione dei relitti.

Mentre i registratori di volo installati a bordo del Boeing MD87 consentono una precisa ricostruzione della sua cinesì fin dal momento del rilascio dei freni all'inizio della corsa di decollo, per il Cessna 525A, sprovvisto di tali apparati, bisogna partire dall'ipotesi che esso stesse attraversando la pista attiva, ad una velocità normale di rullaggio di 15-20 chilometri orari, con una prua di circa 135° ($\pm 10^\circ$) lungo la direttrice congiungente gli assi centrali delle vie di rullaggio R6 e R2.

Basandosi poi sulla geometria dei due aeromobili si può ragionevolmente affermare che il carrello principale del Boeing MD87 era ancora in contatto con il suolo, con l'ammortizzatore già parzialmente esteso di circa 20 cm., e che l'assetto era compreso tra il valore massimo di 13.5° (oltre il quale si sarebbe verificato il contatto con il terreno del pattino di coda che è stato invece riscontrato intatto) e il valore minimo di 10.3° registrato dal FDR al momento della collisione.

Ed è importante richiamare alcuni parametri fondamentali rilevati dal registratore dei dati di volo del Boeing allo stesso momento:

- prua di 356 gradi, allineata con l'asse della pista;
- velocità di 146 nodi, pari alla V2 ed equivalente a 73 metri al secondo;
- EPR alla spinta di decollo a potenza ridotta;
- Posizione dei timoni di profondità a 17 e 23 gradi.

Dagli stessi registratori di volo si rilevano parametri tra loro coerenti ad indicare la normalità della prima fase della corsa di decollo, con assenza di qualsivoglia indicazione di avaria o anomalia tecnica, e la corretta applicazione delle procedure da parte dei piloti Scandinavi.

Al raggiungimento della velocità di decisione il copilota chiamava la V1 e subito dopo la VR e, conseguentemente, il Comandante iniziava la manovra di rotazione portando gradualmente i timoni di profondità a cabrare.

Alle ore 06.10.18 UTC il ruotino anteriore si staccava dal suolo ma dopo soltanto 2 secondi il registratore dei suoni in cabina di pilotaggio registrava un grido di allarme e contemporaneamente il comando dei timoni di profondità veniva portato bruscamente verso il fondo corsa posteriore determinando una rapida variazione delle relative superfici di controllo.

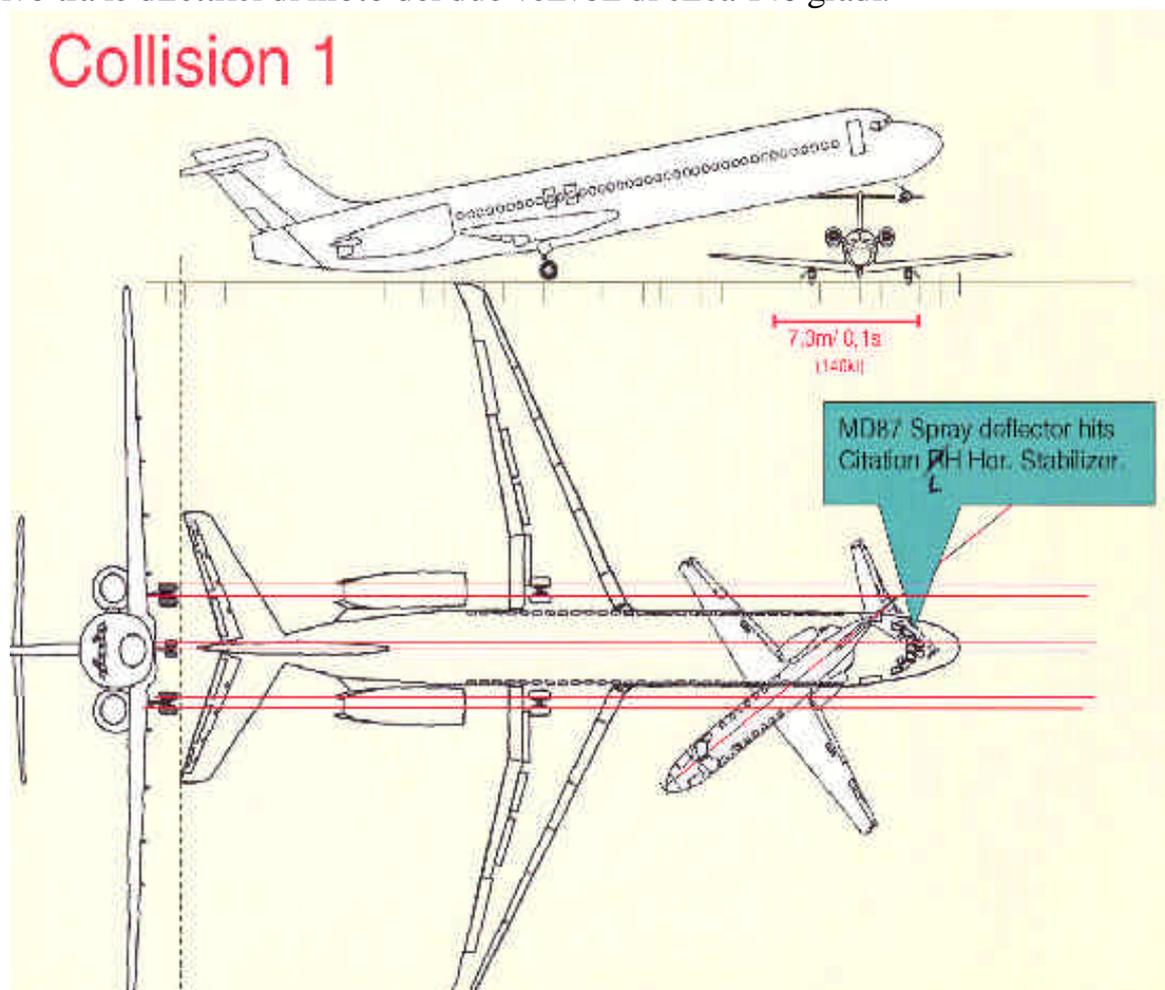
Il pilota ai comandi, che nella ridotta visibilità manteneva il controllo visivo esterno, aveva acquisito coscienza dell'ostacolo che gli si parava davanti e tentava una estrema manovra evasiva.

Soltanto pochi metri separavano però i due aeromobili e non c'erano più spazi di manovra.

Dopo mezzo secondo dal grido di allarme lo stesso registratore dei suoni in cabina di pilotaggio registrava il rumore di un violento impatto.

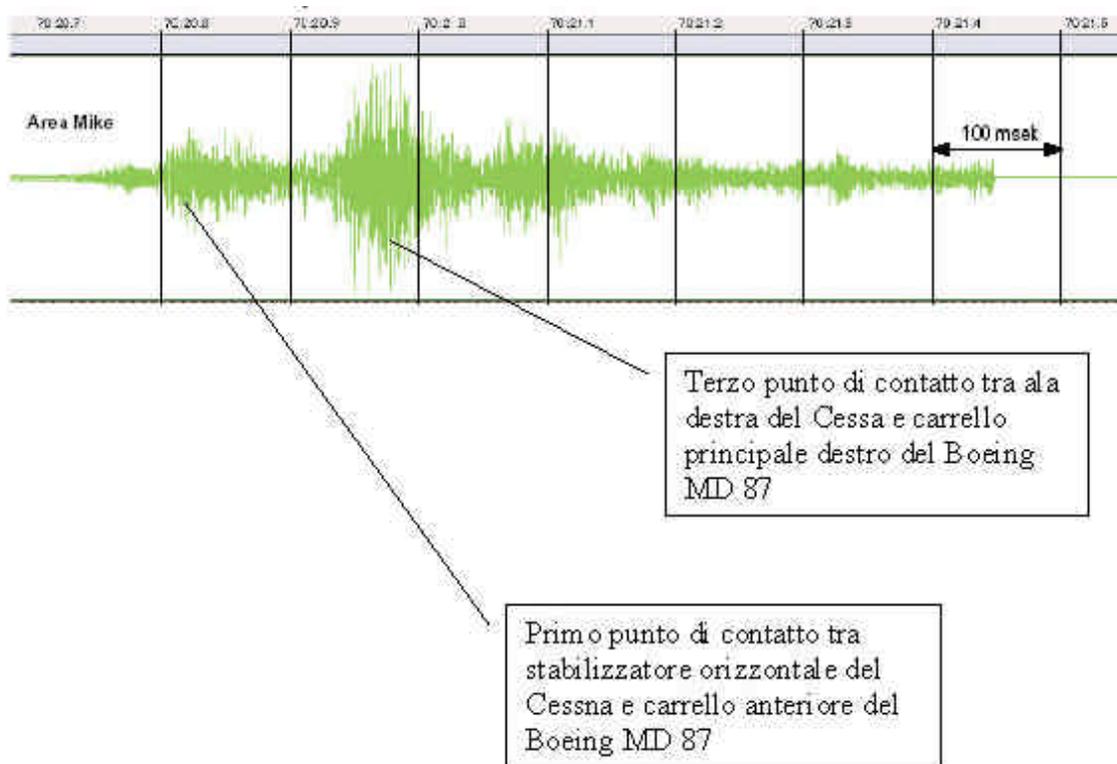
Sulla base delle premesse fatte e dei dati geometrici dei due velivoli risulta che con un assetto di 10.3 gradi il punto più basso del carrello anteriore del Boeing MD87 era a circa 3.3 - 3.6 metri dal suolo, mentre la parte più alta della fusoliera del Cessna non superava i 2.6 metri.

Di conseguenza il ruotino anteriore del Boeing superava la fusoliera del velivolo executive e collideva con lo stabilizzatore sinistro, tranciandone la estremità con il proprio deflettore (rilievo dei danni n.1) con un angolo relativo tra le direttrici di moto dei due velivoli di circa 140 gradi.



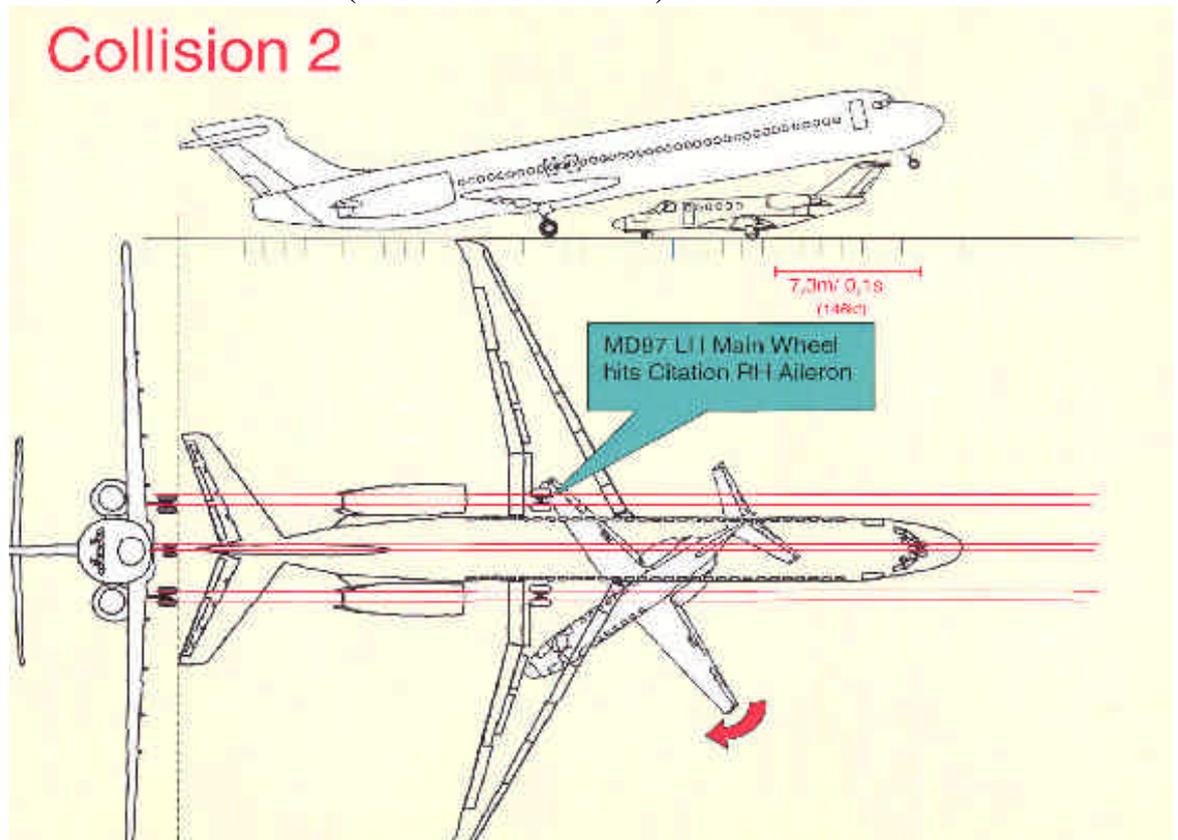
Questa ipotesi è sostenuta anche dal fatto che il livello di registrazione del suono correlato al primo impatto è estremamente elevato e riconducibile ad una sorgente del rumore molto vicina al microfono del CVR posto sul cielo della cabina di pilotaggio.

Si rileva inoltre che la durata totale della registrazione del rumore di impatto è pari a circa 0.28 secondi prima dell'attivazione del segnale ELT che, presumibilmente, iniziava al momento della collisione del carrello principale, e corrisponde, alla velocità relativa dei due aeromobili, a circa 22 metri coincidendo con buona approssimazione con la distanza tra il ruotino anteriore ed il carrello principale destro del Boeing MD87.

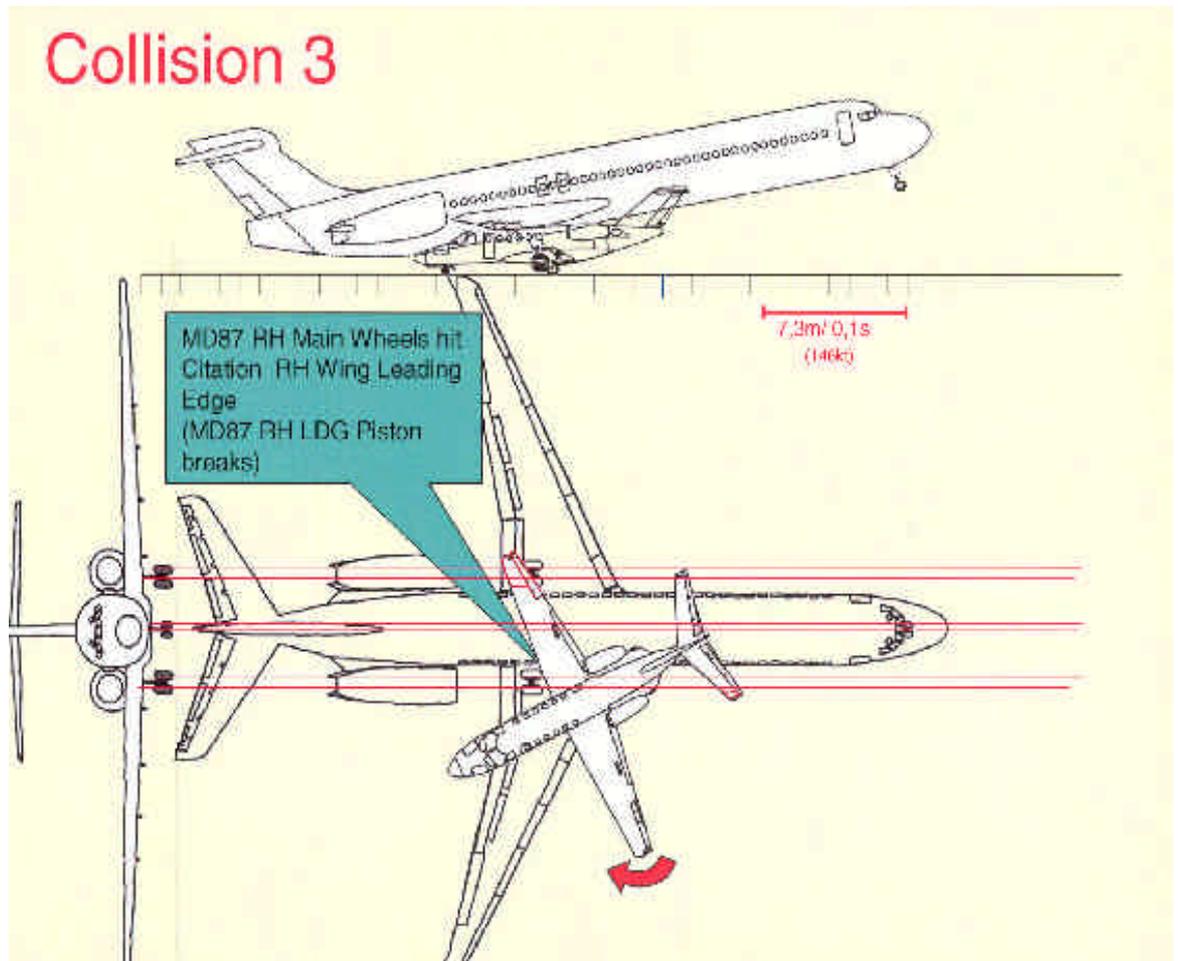


Gli eventi successivi si svolgevano in rapidissima sequenza nella predetta frazione di secondo ed è impossibile determinarne l'esatta cronologia ma, pur con le premesse fatte e con le approssimazioni necessarie, si può ritenere con ragionevole certezza che la descrizione di seguito formulata sia la più probabile e ragionata in quanto basata su riscontri obiettivi.

Il secondo punto di contatto era tra la parte superiore in rotazione della ruota esterna sinistra del Boeing ed il ventre dell'estremità alare destra del Cessna che strusciava sul battistrada del carrello sinistro mentre la gamba di forza dello stesso carrello colpiva l'ala destra del Cessna tranciandone l'estremità lungo una linea parallela alle tracce lasciate dal battistrada e orientata anch'essa con un angolo relativo di circa 140 gradi tra le direttrici di moto dei due aeromobili (rilievo dei danni n. 2).



Il secondo impatto determinava una rotazione a destra del Cessna lungo il suo asse verticale così che l'angolo tra le direzioni di moto relativo dei due velivoli aumentava a circa 150 gradi ed in questa posizione si verificava il terzo e più violento urto tra il bordo d'attacco alare destro del Cessna, in prossimità della radice, ed il carrello principale destro del Boeing.



L'altissimo valore di energia cinetica causava la separazione dell'ala del Cessna dalla fusoliera e la frattura del pistone dell'ammortizzatore del Boeing ad una lunghezza compatibile con una sua estensione di circa 20 centimetri, come evidenziato dal punto di scoppio sul relativo cilindro, a conferma che il carrello era ancora saldamente in contatto con la pista (rilievo dei danni n. 3).

Il Cessna veniva travolto dal Boeing e tra i due aeromobili si verificavano molti impatti in rapida sequenza in un lasso di tempo estremamente ravvicinato, durante il quale il pannello dello slat interno sinistro del Boeing entrava in contatto con lo stabilizzatore orizzontale destro del Cessna (rilievo dei danni n. 4) e lo stabilizzatore verticale del Cessna

tagliava la carenatura del ventre di fusoliera del Boeing e colpiva il service panel destro ed il portellone del carrello destro (rilievo dei danni n. 4 e 5).

Contemporaneamente la struttura residua del carrello destro del Boeing (i bracci di azionamento, il troncone della gamba di forza ed il portellone esterno) e la carenatura della cerniera del flap interno destro penetravano diagonalmente attraverso la fusoliera del Cessna, la cui sezione anteriore era schiacciata sotto la sua ala destra, e la dividevano in due parti.

In particolare, il carrello colpiva il motore destro del Cessna, separandolo dai suoi punti di attacco al pilone, e continuava attraverso la sezione posteriore di fusoliera mentre la cerniera del flap tagliava diagonalmente e per l'intera lunghezza il soffitto della cabina passeggeri all'altezza dei finestrini, partendo da un punto sulla fiancata destra immediatamente dietro la cabina di pilotaggio fino alla paratia posteriore, e colpiva poi il motore sinistro, in corrispondenza del primo stadio del compressore, all'altezza dell'albero di rotazione (rilievo dei danni n. 6).

La contemporanea azione di schiacciamento sulla struttura della fusoliera del Cessna esercitata dall'ala del Boeing, il cui bordo d'uscita era notevolmente più basso, determinava l'apertura "a libro" delle due fiancate del velivolo executive non più sostenute dalle loro ordinate.

E la fuoriuscita di carburante in pressione dai serbatoi e dalle linee di alimentazione dei motori innescava l'incendio ancor prima che le diverse parti nelle quali si era diviso il Cessna si separassero.

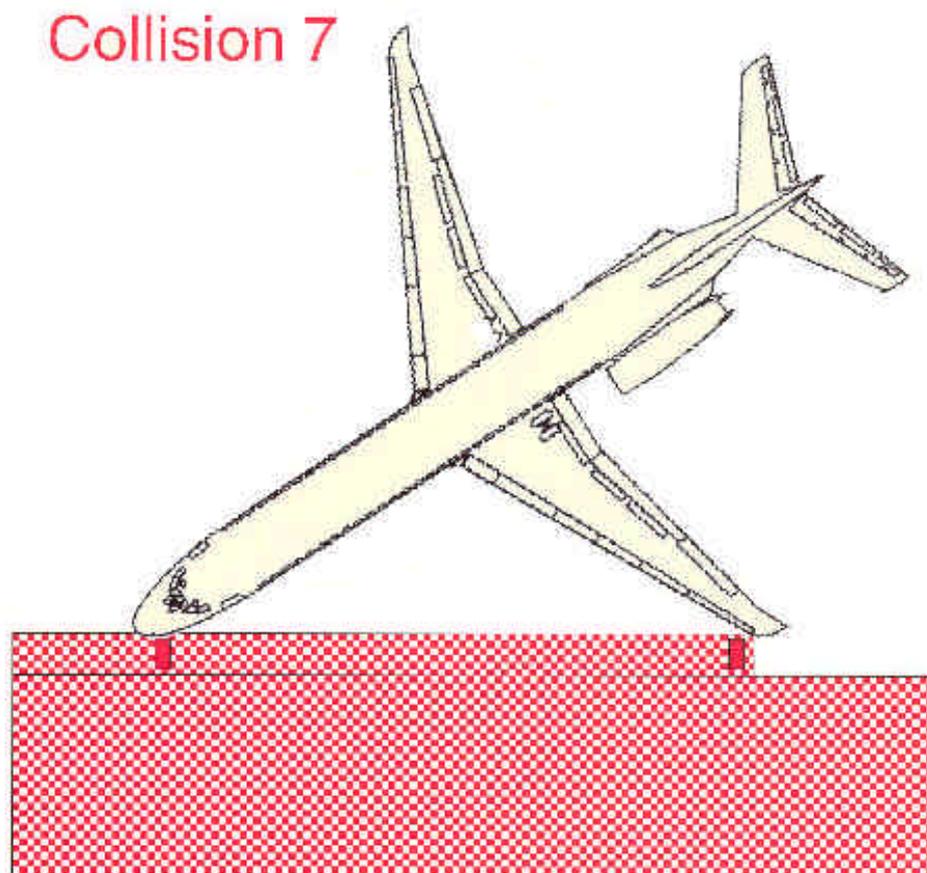
Nel frattempo la parte inferiore del carrello destro del Boeing, composta dal pistone dell'ammortizzatore e dalle ruote complete delle unità frenanti, era spinta all'indietro rispetto alla direzione del moto e, assistita dalla sua stessa energia di rotazione, rimbalzava in alto danneggiando il flap interno destro e colpendo la parte inferiore della presa d'aria del motore destro.

L'arresto istantaneo del motore per la deformazione delle giranti e la sua separazione dal pilone per la violenza dell'impatto causavano non soltanto una immediata diminuzione di spinta ma anche uno spostamento in avanti del centro di gravità di circa il 12%, oltre i limiti di controllo per una condizione di trimmaggio non corretta dello stabilizzatore orizzontale, ma il Boeing, ormai stabilizzato sulla traiettoria di decollo, si staccava dal suolo iniziando la salita.

Il pilota correggeva la tendenza all'imbardata dovuta all'asimmetria della spinta e avanzava le leve di potenza per portare il motore sinistro alla massima spinta ma anche su questo motore si verificava una diminuzione di potenza, con massima probabilità dovuta alla ingestione di pezzi della carenatura di fusoliera danneggiata nel contatto con il Cessna.

L'aeromobile si trovava quindi in una condizione impossibile per il volo, sia per la insufficiente potenza erogata dall'unico motore e l'aumentata resistenza aerodinamica che per la impossibilità di controllo sull'asse trasversale, e iniziava a perdere quota fino a ritornare sulla pista dopo 10 secondi dall'involo.

Il contatto avveniva con il carrello principale sinistro, il ruotino anteriore e l'ala destra e l'aeromobile continuava la sua corsa lungo una traiettoria in leggera curva a destra, con il suo asse longitudinale a circa 45 gradi a destra della direzione del moto, nonostante i tentativi del pilota di mantenerlo in asse con la pista e di rallentarne la corsa, fino a schiantarsi con la fiancata sinistra contro il capannone di smistamento bagagli.



Il primo urto interessava la fiancata sinistra della cabina di pilotaggio che faceva da perno così che la fusoliera si abbatteva sui pilastri del fabbricato nel quale l'intera ala penetrava, ad eccezione dell'estremità sinistra tranciata all'urto con il muro perimetrale, spargendo il contenuto dei serbatoi e dando origine ad un violento incendio.

La sezione di coda si separava dalla fusoliera in corrispondenza del motore e della paratia posteriore di pressurizzazione e si incastrava sulla struttura metallica di una tettoia posta a lato del capannone mentre i piani orizzontali di coda proseguivano fino ad adagiarsi sul tetto della costruzione.

Calcolo della velocità all'impatto

Allo scopo di valutare la possibilità di sopravvivenza dell'equipaggio e dei passeggeri del volo SK 686 era essenziale determinare il valore dell'energia totale posseduta dall'aeromobile al momento dell'impatto contro il capannone e del conseguente immediato arresto del moto di traslazione.

In pratica, essendo nota e costante la massa del velivolo, calcolata in base al peso al decollo diminuito del peso dei componenti separati dalla cellula durante la collisione, era sufficiente determinarne la sola velocità.

Il Boeing MD87 era equipaggiato con un registratore digitale dei dati di volo (DFDR), alloggiato sulla paratia destra del bagagliaio posteriore, che sopportava senza danni sia l'impatto che il successivo incendio ed era quindi possibile recuperare e decodificare i parametri in esso registrati fino al momento dell'urto contro il capannone aeroportuale.

A causa però della condizione di corto circuito verificatasi alla separazione del motore destro e del relativo alternatore alcuni dati alimentati dalle barre di destra, compresi quelli riferiti alla velocità, agli assetti e alla direzione, risultavano inattendibili dopo la collisione con il Cessna.

Era allora necessario utilizzare altri parametri regolarmente registrati per circa 17 secondi dopo la collisione, e attendibili per la reciproca coerenza con tutti gli altri dati a disposizione, fino al termine della registrazione che si può fare coincidere con l'impatto finale contro la struttura del capannone e la interruzione di alimentazione elettrica al registratore.

I parametri utilizzati erano quelli relativi alle accelerazioni, misurate e registrate ad una frequenza di 4 volte al secondo sui tre assi fondamentali con un grado di precisione normalmente nell'ordine di +/- 0.05G.

Per la precisione del calcolo della decelerazione sarebbe stato necessario disporre anche dei dati relativi agli assetti del velivolo sugli assi di rollio, imbardata e beccheggio (anch'essi mancanti) ma in loro assenza era soltanto possibile un calcolo basato sulle distanze note tra il punto di collisione ed il punto di ritorno al suolo del velivolo e tra questo e il capannone bagagli, assumendo l'impatto con il fabbricato in coincidenza con il termine delle registrazioni e quindi 16.5 secondi dopo la collisione con il Cessna.

L'accuratezza del risultato era pertanto direttamente correlata alla precisione della misura delle distanze al suolo tra i vari punti.

La procedura di calcolo iniziava assumendo l'ultimo valore di velocità registrato al momento della collisione (146 nodi, pari a 75,100 m/s) e applicando ad esso il valore di accelerazione longitudinale.

Poiché l'accelerazione longitudinale aveva segno positivo per i primi 10.25 secondi dopo la collisione risultava che l'aeromobile aveva aumentato notevolmente la sua velocità durante la fase di volo, ritornando al suolo ad una velocità di 166 nodi, pari a 85,530 m/s, ed aveva poi iniziato la sua decelerazione sia per i tentativi del pilota (uso dei freni e del reverse) che per effetto della resistenza d'attrito all'avanzamento sul terreno.

I freni però non avevano alcuna efficacia per la rottura dei condotti idraulici dell'impianto e conseguente perdita di pressione e la resistenza all'avanzamento era minima per l'elevato valore di portanza residua dell'ala, che comportava una diminuzione della forza peso gravante sul terreno, e per il basso coefficiente di attrito dell'erba bagnata sulla quale il velivolo scivolava per la maggior parte del tragitto tra la pista ed il capannone.

In effetti dal registratore di volo si rilevava un'accelerazione longitudinale negativa di minima entità per i primi 3.5 secondi dopo il contatto con la pista, coincidente con la fase di scivolamento del velivolo sull'erba, e soltanto negli ultimi 3 secondi prima dello schianto i valori di accelerazione raggiungevano una media di -0.3 G.

La velocità risultante era di 142 nodi, pari a 73.16 metri al secondo, e corrispondeva alla decelerazione minima possibile nel tempo di 16.5 secondi su una distanza di 1328 metri, pari alla distanza misurata, con un margine d'errore inferiore all'1%, tra la linea congiungente le vie di rullaggio R2 e R6 all'intersezione con l'asse pista 36 Destra e l'angolo del capannone.

In considerazione della condizione del velivolo in derapata veniva successivamente applicato ai dati di accelerazione longitudinale negativa un fattore di correzione per tener conto anche dell'accelerazione laterale (radice quadrata della somma delle accelerazioni elevate alla seconda potenza) ed il risultato in precedenza ottenuto veniva leggermente ridotto a 139 nodi, pari a 71,475 metri al secondo (257 chilometri orari).

È da ritenere pertanto che questo fosse il valore di velocità alla quale si verificava l'arresto immediato dell'energia cinetica del Boeing MD87, che trova ulteriore conferma nella tipologia di lesività riscontrata sui corpi degli occupanti dell'aeromobile durante gli accertamenti autoptici.

2) ANALISI

PREMESSA

Nella ricerca delle cause, anche remote, che hanno contribuito alla produzione della collisione tra i due aeromobili occorre ripercorrere e commentare con senso critico le informazioni finora raccolte e incluse nel precedente capitolo al fine di ricostruire i fatti oggettivi ed il clima operativo relativi all'evento.

Analizzeremo quindi di seguito il fattore tecnico, sullo stato di efficienza e aeronavigabilità dei due velivoli, e il fattore ambientale, con particolare attenzione alle problematiche aeroportuali ed all'ambiente di lavoro dei protagonisti, ed infine approfondiremo lo studio dell'elemento "uomo" ricercando le ragioni delle carenze evidenti ed i condizionamenti imposti dai fattori ambientali sui comportamenti individuali.

IL FATTORE TECNICO

Sono stati esaminati, per quanto disponibili, i documenti relativi alla condizione tecnica ed allo stato di aeronavigabilità dei due aeromobili.

Per quanto riguarda il Cessna 525A si rileva che l'aeromobile era uscito dalla linea di produzione da meno di 3 mesi ed era stato sottoposto a tutti i controlli di collaudo di produzione e di accettazione ottenendo dall'Autorità aeronautica degli Stati Uniti d'America (Federal Aviation Administration) il relativo Certificato di Aeronavigabilità per esportazione il 7/8/2001.

Dopo il trasferimento in volo in Europa il velivolo aveva ricevuto il Certificato di Aeronavigabilità definitivo dall'Autorità aeronautica tedesca (LBA) il 5/9/2001 e durante il mese di Settembre era stato sottoposto a piccoli interventi tecnici di entità in genere non rilevante presso le strutture regolarmente autorizzate della Jet Aviation di Dusseldorf, tra i quali la rimozione del trasmettitore di emergenza (ELT) per un problema di connessioni elettriche che creava un continuo drenaggio della batteria.

In attesa dell'inserimento dell'aeromobile sul proprio Certificato di Operatore Aereo la Società esercente, la AIR EVEX GmbH di Dusseldorf, lo aveva impiegato solo in 3 voli privati il giorno 7 Settembre e l'utilizzazione totale del velivolo registrata alla data del 2 Ottobre 2001 era di 25h54'.

Nessun altro volo risultava riportato così che si può ritenere che al momento della partenza da Linate l'attività di volo totale del D-IEVX era di circa 28 ore, considerando anche i tempi necessari per i soli trasferimenti da Dusseldorf a Colonia, effettuato in data non nota ma successiva al 2 Ottobre, e da Colonia a Milano, completato il mattino dell'8 Ottobre, e inferiore quindi all'intervallo previsto dal programma CESCO per il primo intervento di manutenzione programmata.

Pur in assenza di apparati di registrazione dei dati di volo nessuna evidenza è emersa in corso d'indagine che possa indurre dubbi sullo stato di efficienza e di aeronavigabilità dell'aeromobile e far supporre un'avaria tecnica di sistemi o impianti di bordo quale causa o concausa dell'evento.

Più completa poteva essere l'analisi dello stato di manutenzione e della condizione di efficienza del Boeing MD87 per la disponibilità della relativa documentazione tecnica, regolarmente tenuta e aggiornata dalla S.A.S. e per la presenza a bordo dei registratori QAR e DFDR.

Dall'esame dei documenti tecnici si rilevava che l'aeromobile, costruito nel 1991 ed immatricolato nel Registro aeronautico Svedese il 18 Ottobre dello stesso anno, era stato utilizzato per quasi 10 anni sempre dalla stessa S.A.S. che ne curava anche la manutenzione con l'autorizzazione e sotto la sorveglianza dell'Autorità aeronautica Svedese.

L'attività totale di volo al giorno dell'incidente era di 25.573 ore, per una media annua di 2.500-2.600 ore, coerente con un impiego normale in servizio di trasporto pubblico di linea su tratte europee a corto/medio raggio.

L'ultimo intervento di manutenzione programmata era stato completato il 3/09/01 a 25.332 ore e dopo tale data lo stato di efficienza veniva attestato quotidianamente dal servizio tecnico di base e/o dal personale tecnico di scalo.

L'aeromobile era stato impiegato in linea quotidianamente nell'ultimo mese, con l'eccezione di 2 giorni alla fine di Settembre durante i quali era stato soggetto sulla base tecnica di Stoccolma a vari lavori di manutenzione a seguito di segnalazioni di anomalie riportate sul Quaderno Tecnico.

L'ultimo volo veniva effettuato il 7 Ottobre da Copenhagen a Milano Linate con arrivo alle ore 19.24 UTC.

Un intervento tecnico effettuato a Linate dopo l'arrivo dell'aeromobile riparava l'unica segnalazione riportata dall'equipaggio sul Quaderno Tecnico di Bordo, e riferita ad una lampada di lettura inefficiente, e la successiva ispezione prima della partenza del volo SK 686, regolarmente registrata, non rilevava ulteriori anomalie.

È stato possibile confermare documentalmente la funzionalità di tutti i sistemi attraverso la decodifica e la comparazione dei dati tecnici immagazzinati nei due diversi registratori di bordo che sono stati esaminati anche per alcuni voli precedenti per avere un parametro di riferimento per le prestazioni dell'aeromobile durante il decollo concluso con l'incidente.

È risultato che fin dal momento dell'avviamento dei motori i sistemi erano efficienti e rimanevano tali per tutta la durata del rullaggio e della corsa di decollo fino alla collisione e che nessuna avaria interveniva prima dell'impatto.

In particolare i parametri dei motori indicavano la loro totale regolarità di funzionamento per un decollo a spinta ridotta, secondo la normale pratica operativa, ed i dati aerodinamici rispettavano i valori pre-calcolati nelle tabelle di prestazioni per le specifiche condizioni ambientali.

IL FATTORE AMBIENTALE

La segnaletica e la cartografia

La segnaletica obbligatoria o raccomandata sulle aree di manovra, secondo gli standards ICAO, è descritta nell'Annesso 14 della Convenzione.

In particolare in detto documento si legge, con riferimento alla segnaletica orizzontale prevista per l'aeroporto di Linate, che:

- la linea di centerline della via di rullaggio deve fornire una guida continua tra la pista e la piazzola di sosta (cap. 5.2.8.1);
- le iscrizioni utilizzate per le marcature obbligatorie e/o informative dovrebbero essere alte almeno 4 metri (cap. 5.2.16.6) e disegnate a tratto continuo (app. 3, nota 2);
- sugli aeroporti aperti alle operazioni notturne la segnaletica orizzontale dovrebbe essere realizzata con materiale riflettente progettato per aumentarne la visibilità (cap. 5.2.1.7).

Facendo riferimento alla segnaletica verticale, invece, valgono le seguenti prescrizioni obbligatorie:

- cartelli verticali dovranno essere installati per fornire istruzioni o informazioni obbligatorie su una specifica localizzazione o direzione sull'area di movimento (cap. 5.4.1.1);
- un cartello di istruzioni obbligatorie deve essere installato per identificare una posizione oltre la quale un aeromobile in rullaggio non deve procedere se non autorizzato dalla Torre (cap. 5.4.2.1);
- i cartelli di istruzioni obbligatorie devono includere i segnali di designazione delle piste, i segnali di posizione d'attesa di Categoria I, II o III, i segnali di posizione d'attesa di pista, ecc. (cap. 5.4.2.2);
- una segnaletica orizzontale di posizione d'attesa di tipo "A" alla intersezione di una via di rullaggio con una pista dovrà essere integrata con un cartello di designazione della pista (cap. 5.4.2.3.);
- un cartello di designazione della pista dovrà essere installato ad una intersezione di una via di rullaggio con una pista su entrambi i lati della segnaletica orizzontale della posizione di attesa, rivolto verso la direzione di avvicinamento alla pista (cap. 5.4.2.8.);
- un cartello di posizione di attesa di categoria I, II o III dovrà essere installato su ciascun lato della segnaletica orizzontale della posizione d'attesa, rivolto verso la direzione di avvicinamento all'area critica (cap. 5.4.2.9), e dovrà contenere la designazione della pista seguita dalla indicazione della categoria appropriata (cap. 5.4.2.15);

- un segnale di informazione dovrà essere installato ove ci sia una necessità operativa di identificare a mezzo di segnale una specifica localizzazione o informazione di direzione/destinazione (cap. 5.4.3.2);
- un segnale combinato di localizzazione e direzione dovrà essere installato dove si intenda fornire informazioni di instradamento prima di una intersezione di vie di rullaggio (cap. 5.4.3.8);
- una via di rullaggio dovrà essere identificata da una designazione che comprenda una o più lettere o una combinazione di lettera/e seguita da un numero cap. 5.4.3.36).

Sull'aeroporto di Linate che le indicazioni sopra elencate erano in massima parte correttamente presenti sulla via di rullaggio principale e sui raccordi R1, R2, R3 e R4 mentre ad ovest della pista 36R, sul piazzale usato dagli aeromobili dell'Aviazione Generale e sulle vie di rullaggio R5 e R6, esse erano completamente assenti o non conformi agli standards.

Per la segnaletica orizzontale infatti si rilevavano sulla parte più meridionale del piazzale "Ovest" una serie di linee di guida gialle interrotte o coperte a tratti da vernice nera e indicazioni di direzione/localizzazione marcate con segno spezzato non corrispondente ai requisiti ICAO, posizionate obliquamente rispetto alla direzione di avvicinamento.

In particolare le indicazioni di localizzazione R5 e R6, poste dopo la biforcazione della linea guida di rullaggio all'estremità meridionale, richiedevano speciale attenzione per la difficoltà di lettura e interpretazione che le caratterizzava, anche in condizioni di luce e visibilità ottimali, a causa della estrema rassomiglianza dei due caratteri alfanumerici.

La loro localizzazione poi, in corrispondenza del tratto curvilineo della linea di rullaggio, le presentava in allineamento obliquo allo sguardo di un pilota che si avvicinasse alla biforcazione e non consentiva di individuarle con sufficiente anticipo e, considerando la condizione di nebbia del momento dell'evento, con visibilità ridottissima, e il fatto che il pilota del Cessna aveva obbligo di portare lenti correttive, si può ben pensare che la marcatura fosse in pratica invisibile.

Nel primo rilievo fotografico che segue è possibile individuare la marcatura mentre la seconda fotografia rappresenta un esperimento di simulazione della condizione di ridotta luminosità con visibilità di 100 metri e può essere assunta come una indicazione di quello che poteva essere il campo visivo del pilota in avvicinamento alla Stop Bar, e quindi alla precedente biforcazione, pur senza avere la pretesa di verità assoluta.



Per quanto concerne la segnaletica verticale la situazione era ancora più carente, con soltanto 2 cartelli di localizzazione sulla via di rullaggio R5 e un cartello di posizione di attesa di Cat III associato alla STOP BAR su R6 ma privo di designazione della pista.

Si ha la netta impressione che l'area di movimento dell'aeroporto di Linate fosse divisa in due zone ben distinte e a diverso livello di qualità una delle quali, quella ad est della pista strumentale e la sola asservita alle esigenze operative del traffico commerciale che muoveva dal piazzale "Nord", abbastanza seguita e curata, mentre la seconda, tra la pista e il piazzale "Ovest" e comprendente le vie di rullaggio che collegano questo piazzale alla pista e al piazzale "Nord", presentava una condizione molto più spartana che induce a ritenere che essa fosse considerata solo un'appendice secondaria della realtà aeroportuale, una sorta di Cenerentola, forse per le più ridotte dimensioni del volume di traffico che ne veniva generato.

La conferma di questo diverso status si evince anche dalla lettura dei verbali del Comitato aeroportuale per la sicurezza (CASO) e dallo studio della corrispondenza in materia intercorsa tra le varie parti in causa dai quali traspare un attento interesse per tutto quanto concerneva la pista strumentale, la via di rullaggio principale e il piazzale "Nord" mentre i riferimenti alle infrastrutture della zona occidentale erano rari e ben distanziati nel tempo.

L'ultimo momento di attenzione su questa area da parte delle varie Amministrazioni sembra risalire al 1996 e legato ad una ipotesi di utilizzazione del piazzale "Ovest" per la sosta di velivoli dell'Aviazione commerciale ma un anno dopo, una volta concluso quell'esperimento, su di essa ricadeva di nuovo gradualmente l'abbandono e l'oblio e il piazzale restava nella piena disponibilità della Società ATA, titolata ad erogare i soli servizi di assistenza (handling) agli aeromobili dell'aviazione Generale.

La segnaletica orizzontale però, per quanto carente, avrebbe dovuto essere riportata sulla cartografia aeronautica utilizzata dagli equipaggi di volo e dai controllori del traffico aereo, secondo la disciplina dettata dall'Annesso 4 alla Convenzione di Chicago.

Si legge infatti al Capitolo 13 del detto documento che la "Aerodrome chart – ICAO" **deve** fornire agli equipaggi le informazioni necessarie per facilitare il movimento al suolo degli aeromobili dalla piazzola di sosta alla pista, e viceversa, e le informazioni operative essenziali sull'aeroporto (cap. 13.1) e **deve** indicare tutti i piazzali con la relativa segnaletica orizzontale (cap. 13.6.1 e), tutte le vie di rullaggio con la segnaletica orizzontale

esistente, incluse le posizioni di attesa e le Stop Bars (cap. 13.6.1 g) e, se definiti, gli instradamenti standard per il rullaggio degli aeromobili con le rispettive designazioni (cap. 13.6.1 i).

È consentito fornire su una carta separata, la “Aerodrome Ground Movement Chart – ICAO”, i dettagli necessari per la movimentazione al suolo degli aeromobili lungo le vie di rullaggio da/per le piazzole di sosta, qualora la grande quantità di informazioni non possa essere riportata con sufficiente chiarezza sulla “Aerodrome Chart – ICAO (cap. 14.2), ma anche questa carta dovrà contenere gli stessi elementi già indicati al Capitolo 13.

Infine una “Aircraft Parking/Docking Chart – ICAO” **dovrà** fornire agli equipaggi informazioni dettagliate per facilitare i movimenti degli aeromobili tra le vie di rullaggio e le piazzole di sosta (cap. 15.1) e **dovrà** a sua volta contenere, in similitudine con la “Aerodrome Chart”, tutte le informazioni relative alla specifica area di movimento, comprese quelle relative alle piazzole di sosta e alla segnaletica orizzontale sui piazzali e gli ingressi alle vie di rullaggio con la loro designazione e le posizioni di attesa e le Stop Bars (cap. 15.6. b-d).

La cartografia ufficiale di Milano Linate, inclusa nella documentazione AIP-Italia, comprendeva le carte AGA 2-25.3, contenente istruzioni per il rullaggio da e per il piazzale “Ovest”, AGA 2-25.5, denominata appunto “Aerodrome Chart ICAO”, e AGA 2-25.7, la “Aircraft Parking/Docking Chart” ma in nessuna di esse si faceva menzione della reale situazione delle linee di rullaggio sul piazzale “Ovest” né delle posizioni di attesa S1, S2, S4 e S5 esistenti sulle vie di rullaggio R5 e R6 a protezione del prolungamento della pista “turistica” 36Left/18Right.

Nessuna designazione era indicata per le linee di rullaggio esistenti sul piazzale “Nord” contraddistinte dalle lettere A, B, C e D normalmente utilizzate per regolare il movimento degli aeromobili in rullaggio.

La cartografia nazionale veniva ripresa dalla documentazione edita dalla Jeppesen, con le stesse carenze ma con un elemento nuovo della presenza del quale non si conosce l'origine ma che diventava una informazione fuorviante per il pilota non familiare con la realtà aeroportuale e anello determinante nella catena di errori conclusa con l'incidente:

la designazione della linea A (Alfa) in corrispondenza della centerline della via di rullaggio principale, tra il raccordo R2 e la torre di controllo, e non nella reale posizione sul piazzale “Nord”.

La STOP BAR sulla via di rullaggio R 6

Allo scopo di definire con chiarezza il nesso di causalità della segnaletica luminosa in essere sull'aeroporto di Milano Linate con l'evento è ancora una volta necessario rivisitare la normativa ICAO in materia, contenuta nell'Annesso 14 alla Convenzione, con particolare riferimento alla operatività dell'aeroporto in funzione della installazione delle STOP BARS.

Rivestono importanza fondamentale i seguenti punti, tradotti dal detto documento:

- 1- Una posizione d'attesa (RUNWAY-HOLDING POSITION) deve essere stabilita sulla via di rullaggio all'intersezione con una (altra) via di rullaggio e con una pista (3.11.2.a, pag. 27) ;
- 2- Una STOP BAR deve essere installata ad ogni posizione di attesa che serva una pista quando si intende utilizzare la pista in condizioni di RVR inferiori al valore di 350 m. (5.3.17.1, pag. 83) ;
- 3- L'installazione di STOP BARS richiede il loro controllo, manuale o automatico, da parte dei servizi del traffico aereo (torre di controllo, ndr) (5.3.17-Nota,pag.83);
- 4- Le STOP BARS dovranno essere posizionate ortogonalmente alla via di rullaggio (5.3.17.6)....., consistere di luci distanziate ad intervalli di 3 m. (5.3.17.7).....e, se installate alla posizione di attesa, dovranno essere unidirezionali e mostrare il ROSSO nella direzione di avvicinamento alla pista (5.3.17.8, pag. 83);
- 5- Il circuito elettrico delle STOP BARS deve essere progettato in modo tale da consentire che :
 - a) le STOP BARS posizionate sulle vie di rullaggio di ingresso (in pista, ndr) siano singolarmente comandabili (5.3.17.14-a-pag. 84);
 - b) quando una STOP BAR è illuminata ogni luce della linea centrale della via di rullaggio (Taxiway Centerline Lights) posta oltre la STOP BAR dovrà spegnersi per una distanza di almeno 90 m. (5.3.17.14-c);
 - c) le STOP BARS dovranno essere interconnesse con le luci della linea centrale della via di rullaggio in modo che quando le luci della linea centrale della via di rullaggio oltre la STOP BAR sono illuminate la STOP BAR è spenta e viceversa (5.3.17.14-d, pag. 84);
- 6- Una STOP BAR viene accesa per indicare che il traffico si fermi e viene spenta per indicare che il traffico proceda (5.3.17.14, Nota 1, pag. 84).

Tutto ciò premesso si deve evidenziare che sulla planimetria dell'aeroporto di Milano Linate, contenuta nell'AIP Italia (AGA 2-25.5), al momento dell'incidente esistevano 5 posizioni di attesa, secondo la

definizione ICAO di cui al punto 1, in corrispondenza della intersezione con la pista 36 R dei raccordi denominati rispettivamente R1, R2, R3, R4 e R6.

Mentre però per le posizioni d'attesa sulle intersezioni delle vie R1, R2, R3 e R4 era anche indicata la relativa segnaletica orizzontale, nulla era riportato per la via di rullaggio R6.

In realtà soltanto 3 di queste posizioni d'attesa (sui raccordi R1, R4 e R6) erano dotate di STOP BARS e di queste 3 soltanto quella al termine della via di rullaggio principale associata al raccordo R4 era controllata dalla Torre di controllo mentre le STOP BARS delle posizioni d'attesa su R1 e R6 non erano “comandabili dalla TWR, per cui risultavano sempre accese”.

In particolare per la STOP BAR sulla via di rullaggio R6 si ha evidenza che nel passato essa fosse gestita e controllata dalla torre, almeno per quanto si riferisce al controllo individuale previsto al punto 5.3.17.14-a del documento ICAO, e poteva quindi essere accesa, per segnalare al traffico di fermarsi, o spenta per consentire l'attraversamento della linea di posizione di attesa (runway holding position) e l'accesso in pista.

Non si ha però conoscenza della interconnessione elettrica con le luci verdi di centerline della via di rullaggio R6 per cui si ritiene che queste ultime fossero sempre accese anche contemporaneamente ai fuochi rossi della relativa STOP BAR.

Essa era invece provvista di un sistema di cancelli elettronici con sensori a microonde che attivavano un allarme visivo e acustico in torre di controllo in caso di attraversamento della barra a fuochi accesi ed allertavano in tal modo i controllori in caso di involontaria “runway incursion”.

Il sistema di allarme veniva disattivato nel 1998, così come il collegamento di comando della STOP BAR dalla torre di controllo, per motivi non noti e senza specifica autorizzazione, e di conseguenza la STOP BAR della via di rullaggio R6 perdeva tutte le sue caratteristiche e non era più un essenziale elemento di sicurezza per prevenire gli involontari ingressi in pista, diventando in pratica una Clearance Bar con la peculiarità di avere i fuochi rossi invece che gialli.

In queste condizioni le operazioni in bassa visibilità con RVR inferiore a 550 m. dovevano essere consentite soltanto con limitazioni del numero di aerei sull'area di manovra a UNO PER VOLTA” (5.3.17.1, b - 1, pag. 83), per la contemporanea indisponibilità del radar GMGCS intendendo per area di manovra il complesso delle piste e delle vie di rullaggio.

Il radar di terra

L'incidente di Linate, il più grave nella storia dell'aviazione civile italiana, ci convince che il momento più pericoloso di un volo è, secondo le statistiche, non in aria ma a terra quando aeromobili in fase di decollo e con enorme energia ma con ridotte capacità di manovra devono convivere con velivoli in rullaggio, in attraversamento di pista o ai punti di attesa.

È sufficiente ricordare che il più grave incidente in assoluto della storia dell'aviazione, con un elevatissimo numero di vittime mai eguagliato, avvenne sull'aeroporto di Tenerife, in condizioni di ridotta visibilità per nebbia, quando un Boeing 747 in decollo collideva con un altro aeromobile di linea che, in fase di rullaggio, era entrato per errore in pista.

Lo stesso cliché dell'incidente di Linate, ante litteram.

Il termine normalmente impiegato di "runway incursion" in effetti indica molto spesso casi di mancata collisione, di più o meno grave entità, che fortunatamente viene evitata per il tempestivo riconoscimento da parte degli interessati dell'errore che ha determinato la situazione di pericolo.

Quando però la situazione di pericolo è aggravata, se non originata, da problematiche ambientali e operative quali ridotta visibilità e confusione nelle comunicazioni può diventare estremamente difficile riconoscerne la insorgenza in tempo utile per evitare le conseguenze.

A questo fine un radar di sorveglianza, impiegato come sistema di guida e controllo della movimentazione degli aeromobili al suolo (GMGCS), è uno dei più validi strumenti, anche se non il solo, per consentire al controllore di acquisire consapevolezza, attraverso le informazioni rilevabili sul monitor in torre di controllo, della manovra errata da parte del pilota e prevenire così gli ingressi in pista non autorizzati o evitarne le conseguenze.

Un prezioso ausilio quindi per il lavoro del Controllore GROUND per garantire le separazioni tra aeromobili e migliorare la Sicurezza del Volo.

A Linate in effetti era stato utilizzato per molti anni un radar ASMI finalizzato a questo scopo fino a quando, alla fine del 1994, l'ENAV concluse un contratto con una società scandinava per sostituire l'apparato esistente con un altro di più nuova generazione.

Il progetto veniva accettato il 30 Marzo 1995 da tutte le parti interessate, subordinatamente al parere del Servizio Navigazione Aerea della DGAC sulla ubicazione della antenna.

Ma il Servizio Navigazione Aerea della DGAC bocciava senza appello l'intera operazione, congelando di fatto il progetto.

Non si comprendono le ragioni per le quali, ad una richiesta di parere operativo soltanto sulla localizzazione del traliccio dell'antenna radar, il Servizio esprimesse un parere globale, non di competenza, basato più su considerazioni di carattere generale che su presunte problematiche operative né, d'altra parte, trova giustificazione la passività di tutti gli interessati, con la sola eccezione dell'ENAV, nell'accettare una conclusione diversa da quella che essi stessi, ciascuno per il proprio ruolo, avevano già approvato.

E francamente non si possono condividere le motivazioni addotte che non sono sostanziate da alcuna valida argomentazione.

È opportuno rileggerle una per una, analizzandone criticamente i contenuti e confutandone le conclusioni.

- 1) “i vantaggi minimi che l'installazione del .. radar .. potrebbe offrire ... quasi completamente sostituibili con l'installazione di 2 Stop Bars”;

Le premesse al presente paragrafo sono già, a parere dello scrivente, sufficientemente esaustive a dimostrazione della utilità del radar di terra per la guida e il controllo al suolo degli aeromobili in sicurezza ed è singolare che sia proprio il Servizio Navigazione Aerea, al quale al tempo competeva la responsabilità della Sicurezza del Volo, a non riconoscere la necessità, considerando anche che un radar era comunque già operativo sull'aeroporto di Linate in funzione di GMGCS.

La conferma ulteriore e definitiva, se necessaria, della validità e utilità del radar per il controllo della movimentazione degli aeromobili al suolo è stata data da un recente episodio di “runway incursion” nel quale, in condizioni di bassa visibilità per nebbia, un aeromobile si era allineato sulla pista 36R senza autorizzazione, entrando dal raccordo R4, mentre un altro velivolo era in avvicinamento finale per l'atterraggio.

La presenza dell'aereo in pista non poteva essere rilevata a vista dal controllore il quale però, avendo a disposizione un radar di terra, anche se in fase sperimentale, notava sul suo monitor la manovra errata del pilota e aveva la possibilità di intervenire in tempo a risolvere la situazione in tutta sicurezza, evitando che un errore umano degenerasse in una condizione di pericolo reale.

Per quanto riguarda le “2 Stop Bars” che potrebbero sostituire il radar (presumibilmente sui raccordi R2 e R3 che ne erano sprovvisti) vale appena ricordare che esse non sono mai state installate e che nel caso testé richiamato di runway incursion l’accesso in pista è avvenuto attraverso il raccordo R4 che è regolarmente provvisto di Stop Bar.

- 2) “il notevole impatto psicologico negativo per i piloti derivante dalla presenza di un ulteriore ostacolo di notevoli dimensioni (il traliccio dell’antenna - n.d.r.) durante le operazioni con scarsa visibilità e non”;

Un aeroporto è un ambiente operativo nel quale la presenza di antenne per le necessità di radioguida e comunicazioni insite nell’attività aerea costituisce un fatto normale e considerare la vista di una ulteriore antenna durante le operazioni con scarsa visibilità un elemento psicologico negativo, *quando le antenne non sono visibili proprio a causa della bassa visibilità*, non ha alcun senso logico.

Nelle condizioni di buona visibilità invece la presenza di una ulteriore antenna che non forava il piano di protezione ostacoli, come confermato dalla stessa D.C.A., e ricadeva in un campo visivo già caratterizzato dalla presenza dell’antenna di un radar Marconi, della torre del radar di area del CRAV e di quattro tralici, molto più alti, posti a ridosso del piazzale “Ovest” e fitti di componenti di sistemi di comunicazione, non avrebbe certo costituito un elemento che richiamasse particolare attenzione e gli indubbi vantaggi che ne sarebbero derivati in materia di Sicurezza del Volo avrebbero ben compensato qualsiasi impatto psicologico iniziale.

- 3) “il fatto che fino ad oggi (17/05/1995 - n.d.r.) non siano stati riscontrati inconvenienti particolari in quanto il sistema di Linate, per la movimentazione a terra degli aeromobili, è molto lineare”;

La pericolosità della via di rullaggio R6 che interseca la pista strumentale era già nota.

Ancora nel Dicembre 1980 un DC9 della Alitalia in fase di decollo trovò la pista occupata da un velivolo executive entrato dal raccordo R6 e non poté evitare la collisione che, per fortuna, si concluse solo con danni agli aeromobili ma senza vittime.

Nel Settembre 1984 un altro velivolo Alitalia, un Airbus 300, fu costretto ad interrompere la corsa di decollo quando il pilota individuò un altro aereo sulla sua traiettoria lungo la pista e l'evento fu segnalato dalla Società al Servizio Navigazione Aerea.

La ricorrenza di “runway incursions” a Linate è fatto frequente e riferito da tutti i controllori del traffico aereo intervistati e sembra infondata la implicita affermazione che il Servizio Navigazione Aerea, tramite il suo Ufficio Sicurezza Volo, non ne fosse a conoscenza.

L'ultimo episodio noto risale al 18 Settembre 2001, meno di 3 settimane prima dell'incidente, quando un Cessna 414 di nazionalità austriaca entrava in pista senza autorizzazione proveniente dal piazzale “Ovest” e dal raccordo R6 ma la sua posizione irregolare veniva individuata dal controllore, grazie alla buona visibilità, e nessuna conseguenza derivava dall'errore del pilota.

E ancora nel pomeriggio del giorno precedente l'incidente un velivolo executive di base, autorizzato a rullare a Nord sul raccordo R5, imboccava per errore la via di rullaggio R6 trovandosi in direzione opposta un altro aeromobile appena atterrato e che stava procedendo dalla pista al piazzale ATA.

Si ignorano gli elementi che consentivano di affermare che il sistema di Linate per la movimentazione degli aeromobili al suolo era molto lineare.

- 4) “il fatto che il traliccio sarebbe provvisorio in attesa di poter ubicare il radar sulla nuova torre, prevista dal nuovo piano regolatore”;

La provvisorietà del traliccio in attesa della nuova torre, tipica di tante altre situazioni nelle quali lo stato provvisorio permane per lunghi anni quando non assuma il carattere di permanenza, è confutata dalla realtà attuale che, quasi 7 anni dopo, vede ancora la vecchia torre di controllo al suo posto senza una realistica data di realizzazione di una nuova struttura, anche se non si comprende quali conseguenze essa potesse al tempo determinare sulla operatività del sistema.

- 5) il fatto che , comunque, resta in servizio l'attuale ASMI;

Questa affermazione è in qualche modo in contrasto con la quasi inutilità del sistema asserita dal Servizio Navigazione Aerea al punto 1) e dimostra solo un mancato approfondimento delle ragioni che inducevano ENAV a sostituire l'apparato esistente e individuate nella difficoltà di reperimento delle parti di ricambio necessarie per la manutenzione dell'apparato che, dopo qualche anno, portava alla sua definitiva inefficienza.

- 6) la necessità che .. “le scelte .. fatte a livello nazionale tengano conto dei programmi di armonizzazione ed integrazione in atto a livello europeo onde evitare l'acquisizione di apparecchiature che siano di fatto obsolete rispetto alla rivoluzione tecnologica in atto nel settore”.

L'unica necessità in materia di armonizzazione a livello europeo poteva riguardare la compatibilità dei sistemi radar di controllo in volo degli aeromobili e la integrazione delle organizzazioni nazionali del controllo del traffico aereo, in considerazione del carattere di internazionalità tipico della navigazione aerea, per definire procedure accettabili dai singoli Stati e valide su tutto il territorio europeo.

A tale scopo però era già stato fondato ed era operante un apposito organismo, Eurocontrol, al quale partecipava per l'Italia ENAV in quanto fornitore nazionale dei servizi di assistenza al volo.

Per quanto attiene ai sistemi di guida e controllo della movimentazione degli aeromobili al suolo (GMGCS) ciascuno Stato ha sempre agito in totale indipendenza, non essendo necessaria alcuna standardizzazione per sistemi a carattere esclusivamente locale da adattare alle esigenze operative dei singoli aeroporti, diversi l'uno dall'altro per molteplici fattori e non riconducibili ad una singola tipologia.

Infine, per fugare i dubbi sulla obsolescenza della tecnologia proposta, ENAV informava, confutando le tesi del Servizio Navigazione Aerea, che lo stesso sistema era in operazione su primari aeroporti europei quali Londra Heathrow e Parigi Orly.

Nessuna ragione valida esisteva quindi per giustificare il giudizio negativo totale espresso, senza appello, sull'intero progetto ma tanto era sufficiente per bloccare per anni la realizzazione dell'opera.

In conseguenza di che il giorno dell'incidente l'aeroporto di Linate era ancora privo di radar di terra che avrebbe potuto consentire al controllore di individuare l'errore del pilota tedesco fin dal momento dell'ingresso sulla via di rullaggio Romeo 6 o al momento del riporto di posizione su SIERRA 4.

Si deve evidenziare infine la coincidenza temporale tra la "morte" del radar ASMI e l'inizio della serie di NOTAMS che lo definivano temporaneamente fuori servizio e nasce il sospetto di una voluta disinformazione in qualche modo necessaria per continuare a mantenere la operatività dell'aeroporto senza limitazioni.

Recita infatti il punto 1.445 b) delle JAR OPS 1 che "...l'operatore deve verificare che procedure di bassa visibilità (LVP) siano state definite e saranno implementate sugli aeroporti dove si debbano condurre operazioni in bassa visibilità" e in queste procedure non possono non trovare posto le prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO per prevenire gli involontari ingressi in pista in condizioni di visibilità inferiori a 350 metri in assenza di appropriati sistemi, quali le procedure operative per limitare il movimento di velivoli sull'area di manovra ad uno per volta (Annesso 14, cap. 5.3.17.1.b)1).

Certamente gli operatori non si sarebbero preoccupati molto di una temporanea indisponibilità del radar di Linate, che poteva essere ipotizzata come dovuta a ordinaria manutenzione, ma avrebbero avuto il dovere di attivarsi, qualora a conoscenza della totale assenza del sistema, per verificare l'implementazione delle procedure alternative per la regolamentazione dei movimenti al suolo o sospendere unilateralmente l'attività in condizioni di bassa visibilità, con notevoli ricadute economiche e di immagine negative per il sistema aeroportuale.

IL FATTORE UMANO

I piloti Svedesi

Il Comandante

Il Comandante Gustafsson Joakim aveva iniziato la sua attività aeronautica in giovane età conseguendo già a 21 anni la sua prima licenza di volo e l'anno successivo la licenza di pilota commerciale.

Non si hanno notizie dei primi tempi della sua attività professionale ma dal 1990 egli risultava alle dipendenze della SAS e impiegato su aeromobili DC9-10/50 sui quali otteneva le funzioni di comando nel Gennaio 1999, dopo avere conseguito la licenza di pilota di linea.

Nell'Aprile 2001 completava la transizione sui più moderni velivoli della serie DC9-80/MD88/MD90 (che include la versione MD87) e continuava regolarmente la sua attività di linea su questi ultimi, maturando alla data del 7 Ottobre 2001 un'esperienza totale di circa 6000 ore di volo, delle quali oltre 5600 su DC9 e MD80/88 e 1500 in comando, più che adeguata per i compiti assegnatigli e, in particolare, per l'effettuazione, in funzione di Comandante, del volo concluso con l'incidente.

L'ultimo controllo periodico di professionalità era effettuato il 3/5/01 sul simulatore di volo del tipo di velivolo utilizzato e includeva il controllo della capacità ad operare in condizioni di bassa visibilità (LVTO/Cat III).

L'impiego operativo, controllato per gli ultimi 180 giorni, avveniva nel rispetto dei limiti della fatica del volo.

Il profilo che scaturisce dallo studio della documentazione è quello di un giovane Comandante ben addestrato e, riprendendo il commento dell'esaminatore all'ultimo controllo periodico, con uno standard professionale molto alto.

Anche l'analisi delle trascrizioni del CVR conferma questo giudizio, evidenziando una corretta gestione delle risorse e un alto senso critico dell'ambiente operativo circostante, mentre dalla decodificazione del DFDR si evincono la rapidità degli interventi nel tentativo di manovra evasiva e del controllo della macchina aerea ancora dopo la collisione e fino all'ultimo istante prima dello schianto contro il capannone dello smistamento bagagli.

I piloti svedesi

Il Primo Ufficiale

Il copilota Hyllander Anders si era avvicinato prestissimo al volo ricevendo a soli 16 anni il brevetto di pilota di aliante e passando poi al volo a motore con il conseguimento della licenza di pilota privato e, a 24 anni, della licenza di pilota commerciale nel 1989.

Prima di essere assunto alla SAS aveva operato in qualità di istruttore di volo a vista e di volo strumentale presso scuole di volo e effettuato attività di volo commerciale presso altri operatori sui velivoli Boeing 737 e 727.

Nel 1997, con una esperienza di circa 2400 ore registrata sul suo libretto di volo, entrava nella Compagnia di bandiera come copilota sugli aeromobili della serie DC9-80/MD88/MD90 e operava costantemente sugli aeroporti europei serviti dalla Società, incluso Milano Linate, effettuando un'attività media di 500 ore l'anno così da maturare una esperienza totale, alla data del 7 Ottobre 2001, di 4355 ore di volo, circa 2000 delle quali sul tipo.

L'ultimo atterraggio a Linate era registrato il 12 Giugno 2001, con partenza il giorno successivo.

L'ultimo controllo periodico di professionalità, che includeva le manovre previste per le operazioni in bassa visibilità (LVTO 125 m./Cat II), era effettuato ai primi di settembre 2001 su simulatore di volo del tipo di velivolo utilizzato e il pilota otteneva un giudizio di "Very good".

Probabilmente in conseguenza di questo giudizio, e forse per le precedenti esperienze in veste di istruttore di volo, egli riceveva qualche giorno dopo avere superato il controllo un invito ad un colloquio per l'affidamento dell'incarico di istruttore di CRM (gestione delle risorse dell'equipaggio) presso il Centro di Addestramento della Società, incontro che avrebbe dovuto aver luogo il 26 Ottobre 2001.

È certamente fondata quindi l'affermazione che egli avesse più che adeguata esperienza professionale e che fosse bene addestrato per i compiti assegnati e, in particolare, per l'effettuazione, in funzione di secondo pilota, del volo concluso con l'incidente.

L'analisi delle trascrizioni del CVR confermano la corretta applicazione delle procedure e delle liste di controllo e la validità della fraseologia TBT:

I piloti tedeschi

Il Comandante

Il Comandante Konigsmann Horst iniziava all'età di 21 anni la sua carriera aviatoria conseguendo prima il brevetto di pilota di aliante e poi, 3 anni dopo, la licenza di pilota privato.

A 24 anni si arruolava nell'aeronautica militare tedesca (Luftwaffe) rimanendovi per circa 12 anni, prima come navigatore e poi come pilota su velivoli da trasporto, e nello stesso periodo conseguiva la sua licenza civile di pilota di linea.

Si congedava nel 1972, all'età di 35 anni, e veniva assunto l'anno successivo come copilota su velivoli executive da una società di aerotaxi presso la quale rimaneva per 2 anni fino al 1975, quando cambiava datore di lavoro e nella nuova organizzazione (la RWL di Monchengladbach, una piccola società con licenza di scuola di volo e, presumibilmente, di aerotaxi) assumeva i ruoli di Direttore Generale, Direttore delle Operazioni Volo, Capo pilota, Controllore e Istruttore di volo e Comandante di Citation!

Non si ha però notizia di addestramento specifico per le nuove funzioni.

Infine 10 anni dopo, nel 1984, veniva assunto come Comandante alla Air Evex GmbH di Dusseldorf, una società titolare di Certificato di Operatore Aereo autorizzata ad effettuare attività di aerotaxi, per la quale svolgeva regolare attività di volo, anche sui principali aeroporti europei, alternandosi sui diversi velivoli executive che entravano di volta in volta a far parte della flotta sociale.

Nell'ultimo anno alternava l'impiego sul Cessna 525 e sul LearJet 45 e, alla fine di Agosto, completava l'addestramento per differenze sui sistemi e sull'avionica del Cessna 525A e, si presume in attesa di più precise informazioni, trasferiva in volo il D-IEVX dagli Stati Uniti alla Germania.

Alla data dell'incidente la sua esperienza totale era di circa 12.000 ore di volo, in massima parte su velivoli executive, e nell'ultimo anno era per due volte arrivato sull'aeroporto di Linate, il 10 Ottobre 2000 e nel giugno successivo, ma non è stato possibile accertare quali fossero le condizioni meteorologiche al momento o quali vie di rullaggio fossero state utilizzate.

Sembra quindi potersi affermare che egli avesse sufficiente esperienza per condurre un volo in arrivo a Linate e una successiva partenza per Parigi, nei limiti delle sue abilitazioni e qualificazioni, anche se non aveva una particolare familiarità con l'aeroporto milanese e doveva utilizzare, da normale pratica consolidata nel mondo aeronautico, la documentazione di rotta Jeppesen per tutte le informazioni necessarie.

Non poteva però operare in condizioni di bassa visibilità.

Egli risultava infatti abilitato al volo strumentale con limiti di categoria I (ceiling di 200 piedi/RVR di 550 metri) e non è stato riscontrato, nonostante le numerose richieste avanzate in materia e finora rimaste senza risposta, che egli avesse effettuato l'addestramento previsto per ottenere la qualificazione alle operazioni di decollo in bassa visibilità (RVR inferiore a 400 metri).

L'ultimo controllo periodico di professionalità risulta al momento registrato in data 30 Maggio 2001 su un Cessna 525 in volo tra Stoccarda, Braunschweig e Monaco con successivo rientro a Stoccarda e non venivano effettuate durante il volo le manovre previste dai programmi di addestramento per la qualificazione ai decolli in bassa visibilità, possibili e autorizzate d'altronde solo su simulatori di volo a garanzia della sicurezza.

È importante in materia esaminare la normativa specifica internazionale, riportata nella parte E – All Weather Operations delle JAR OPS 1.

Al punto 1.450 viene stabilito che un operatore deve accertarsi che, prima di effettuare decolli in bassa visibilità, ciascun membro dell'equipaggio abbia completato l'addestramento e i controlli prescritti secondo un dettagliato syllabus approvato dall'Autorità e incluso nel Manuale delle Operazioni e al successivo punto 1.455 (a) si dà obbligo all'operatore di stabilire procedure e istruzioni da utilizzare per i decolli in bassa visibilità che devono essere incluse nello stesso Manuale e contenere i compiti di ciascun membro di equipaggio durante il rullaggio e il decollo.

La regolamentazione italiana sull'addestramento e le qualificazioni alle operazioni con bassa visibilità, contenuta nel Doc. 41/23100/M3 emesso dal Servizio Navigazione Aerea della DGAC (oggi ENAC) in Gennaio 1997, riprende e conferma la norma europea recitando testualmente, al Cap.4, punto 2.3, che un operatore deve garantire che ogni membro di equipaggio di condotta, prima di effettuare decolli con basse visibilità, abbia completato l'addestramento e i controlli prescritti, secondo un dettagliato programma

approvato dalla DGAC ed incluso nell'Operations Manual, e che sia qualificato secondo quanto prescritto.

Il relativo programma addestrativo, riportato in appendice, prescrive che ciascun membro d'equipaggio sia addestrato ai propri compiti ed istruito, tra altro, sulle procedure e precauzioni da seguire nei movimenti al suolo con RVR di 400 metri o inferiore e sul coordinamento con gli altri membri di equipaggio e ancora, al punto c.10. della stessa appendice, che per decolli con RVR di 400 metri o meno l'addestramento deve comprendere avarie agli impianti e avaria motore che comportino sia la continuazione che l'interruzione del decollo.

Entrambe le norme richiamate però sono riferite all'attività di trasporto pubblico e, anche se per analogia si potrebbe ragionevolmente ritenerle valide anche per i voli a carattere privato, esiste nella realtà in Italia un vuoto normativo poiché esse non sono incluse in AIP – Italia e di conseguenza non obbligatorie per i voli non regolati dalle norme del trasporto pubblico.

L'ultimo documento reperito in materia, una comunicazione inviata a ENAV a firma del Direttore del Servizio Tecnico Operativo dell'ENAC in data 29/5/1998 (prot. 41/4155/R.2/3), conferma che “ al momento non sono disciplinate le operazioni in bassa visibilità per l'aviazione generale”.

Diversa invece è la situazione in Germania dove l'Autorità Aeronautica ha inserito la richiamata normativa JAR OPS 1 nella regolamentazione nazionale (DFS – Deutsche Flugsicherung) rendendola in tal modo obbligatoria per tutti i voli indipendentemente dalla loro classificazione.

E la stessa società Air Evex GmbH, datore di lavoro del pilota, in ottemperanza della regolamentazione europea e nazionale, aveva incluso nell'Operations Manual le istruzioni richieste, specificando che nessun membro di equipaggio doveva effettuare un decollo con RVR inferiore a 400 metri senza avere frequentato il corso di addestramento specifico che, per decolli con RVR inferiore a 300 metri con aeromobili di classe B (quale è il Cessna 525A) doveva includere un programma di addestramento al simulatore che comprendesse le problematiche delle operazioni in bassa visibilità connesse con i decolli in dette condizioni (LVTO).

È stato richiesto, finora senza esito, copia del Certificato di Operatore Aereo della Società per verificare i limiti di visibilità autorizzati per il decollo che dovrebbero essere inseriti, a cura dell'Autorità, nell'elenco delle Autorizzazioni speciali / Approvazioni contenuta nella Specifica dell'AOC.

I piloti tedeschi

Il secondo pilota

L'analisi della documentazione relativa a Schneider Martin mostra una costante progressione addestrativa al volo che, iniziata in età molto giovane presso il locale Aeroclub, portava il pilota a conseguire i titoli professionali a 24 anni e a trovare il suo primo impiego presso una piccola società aerea.

Un anno dopo egli cambiava datore di lavoro e otteneva l'abilitazione al pilotaggio del suo primo velivolo a reazione, il Cessna 550, sul quale volava per i successivi 2 anni.

Seguiva un periodo di attività ancora su aeromobili turboelica e su elicotteri leggeri e poi, nel 1996, egli conseguiva l'abilitazione al Cessna 525 sul quale da allora volava per più organizzazioni private prima di essere assunto alla Air Evex GmbH alla fine del 1998.

Aveva già totalizzato al tempo quasi 4.000 ore di volo su diversi tipi di aeromobili e da quel momento operava costantemente sul Cessna 525 maturando un'esperienza complessiva, alla data del 7 Ottobre 2001, di circa 5.000 ore di volo, 2.400 delle quali sul velivolo Cessna 525 incluse le poche ore effettuate sul nuovo 525A.

Un pilota quindi con buona esperienza di volo generale e specifica sul tipo di aeromobile ma, probabilmente, senza un'adeguata formazione professionale di base proprio per i molti cambiamenti rilevabili dal suo curriculum e per l'attività svolta in gran parte per organizzazioni non commerciali prive, in genere, di strutture addestrative.

Nessun addestramento CRM risulta poi nella sua scheda e certamente i fatti dimostrano che gli mancava il senso critico verso l'operato del suo comandante nei confronti del quale, al contrario, si può ritenere che egli avesse non solo rispetto e ammirazione ma anche uno stato di soggezione psicologica, in campo professionale, poiché era stato da lui addestrato sul Cessna 525A e sottoposto a tutti i controlli di professionalità nell'ultimo anno, l'ultimo dei quali subito il 3 Ottobre 2001, 5 giorni prima dell'evento.

La precedente esperienza sull'aeroporto di Linate negli ultimi 2 anni include 3 voli, l'ultimo dei quali effettuato nell'estate del 2000, e valgono anche per lui, per quanto riguarda le operazioni in bassa visibilità, tutte le considerazioni già espresse per il Comandante Konigsmann.

I controllori del traffico aereo

Il servizio di assistenza al volo per il traffico aereo generale in tutti gli spazi aerei di pertinenza italiani è compito esclusivo dell'ENAV spa, una Società per azioni nata dalla trasformazione del precedente omonimo Ente di diritto pubblico economico, avente come oggetto sociale, tra altro:

- l'erogazione dei servizi di controllo della circolazione aerea, di meteorologia e di informazione aeronautica;
- la promozione e l'attuazione di iniziative nei settori della navigazione aerea, del controllo della circolazione aerea e della sicurezza delle operazioni di volo;
- la formazione e l'addestramento del personale aeronautico specialistico ed il rilascio delle relative licenze e abilitazioni.

L'ultimo punto è di particolare interesse e merita qualche considerazione per poter meglio comprendere l'ambiente di lavoro nel quale agivano gli uomini presenti in torre di controllo al momento dell'incidente.

È certamente una anomalia nel mondo aeronautico il fatto che una licenza professionale venga rilasciata, senza alcuna supervisione da parte dello Stato, dalla stessa organizzazione civile che cura l'addestramento, e che diventerà poi anche il datore di lavoro dello studente, poiché in tal modo viene meno qualsiasi possibilità di controllo della validità della struttura didattica, dei suoi programmi e dei suoi risultati e possono sorgere legittimi dubbi sulla qualità del sistema e sulla obiettività dei giudizi.

Il tutto è ancora più vero per quanto riguarda l'addestramento e il controllo per le abilitazioni che vengono gestite interamente a livello locale.

Preoccupante è d'altra parte l'assenza totale di corsi di formazione e di aggiornamento e/o controllo periodico, sia per il personale formato dalla attuale struttura addestrativa che per i controllori transitati da oltre 20 anni dai ruoli della Aeronautica Militare alla neonata organizzazione civile, che non consente alcuna forma di standardizzazione e lascia soltanto alla buona volontà dei singoli il mantenimento della qualità delle prestazioni operative.

Il livello generale di professionalità dei Controllori del Traffico Aereo è, di conseguenza, non omogeneo e distribuito a caso sul territorio o, per una stessa entità territoriale, variabile nel tempo in funzione del personale in servizio in torre di controllo o in sala radar.

Anche se non si ha motivo di dubitare che la massima parte dei controllori abbia un alto senso del dovere e faccia del proprio meglio, su base individuale ed in assenza di una specifica organizzazione, per mantenere una idonea capacità professionale, è tuttavia possibile riscontrare un momento elevati standards di prestazioni e rispetto delle procedure e, subito dopo, ad un cambio di frequenza o di un turno di servizio, trovarsi a confronto con scarsi livelli di professionalità e approssimazione operativa.

Il risultato non può che essere disorientamento e confusione, con possibile deterioramento del livello di sicurezza dovuto ad incomprendione o alla mancata applicazione delle procedure previste.

È in questo clima, e nel conseguente malfunzionamento della organizzazione dove ciascuno opera come singola unità a sé stante, secondo i suoi metodi e senza un corretto coordinamento con gli altri, che si collocano tutti i numerosi comportamenti individuali omissivi e/o non conformi alle regole scritte emersi nel corso delle indagini e di seguito elencati:

- 1) il mancato aggiornamento della informazione meteorologica ATIS, per quanto attiene le previsioni, durante tutta la notte tra il 7 e l'8 Ottobre;
- 2) l'attivazione e/o la diffusione dello stato di operatività dell'aeroporto in Cat III soltanto alle 07.24 locali, e solo su input di un pilota che ne lamentava l'assenza, dopo oltre 3 ore dall'instaurarsi delle condizioni meteorologiche che prevedevano l'applicazione delle procedure LVP;
- 3) l'allontanamento dalla torre di controllo, nel momento di massimo carico di lavoro e senza sostituzione, del Capo Sala Operativo per asserite necessità fisiologiche dopo soltanto 15 minuti dall'inizio del servizio;
- 4) l'inosservanza delle procedure formalizzate nella documentazione ufficiale dell'Autorità Aeronautica e dello stesso ENAV e/o l'interpretazione personale delle stesse da parte dei singoli, con particolare riferimento a:
 - a) l'attivazione del coordinamento da parte del CSO per la movimentazione al suolo degli aeromobili in condizioni di Cat III e in assenza di radar ASMI (IPI 9.9 pag. 67);
 - b) la procedura di rullaggio sul raccordo R6 durante le operazioni in Cat III (AIP-Italia AGA 2-25.3);
 - c) l'utilizzazione della clearance bar sul raccordo R5 con la finalità di impedire gli attraversamenti del prolungamento dell'asse pista 36R durante i decolli (AIP-Italia AGA 2-25.3, DGAC 42/1693/A3/4.1);
 - d) l'utilizzazione della stessa clearance bar per coordinare la movimentazione degli aeromobili sul piazzale "Nord", sia in condizioni di buona visibilità (come si evince dalle trascrizioni delle

- comunicazioni sulla frequenza GROUND del 7 Ottobre) sia durante le operazioni LVP;
- e) l'uso di fraseologia non conforme allo standard ICAO, soprattutto per la mancanza di chiare informazioni sul limite di autorizzazione al rullaggio (Doc. 4444, Part X, 3.4.8 Taxi procedures) e l'accettazione di ripetizione da parte del pilota (read back) non corretta;
 - f) l'impiego alterno della lingua inglese e italiana (con maggioranza della lingua italiana) durante le comunicazioni radiotelefoniche, anche dirette verso uno stesso aeromobile.

I controllori in turno di servizio in torre di controllo al momento dell'incidente presentavano due diversi profili professionali.

Il primo comprendeva il Capo Sala Operativo/Capoturno (Usai Giorgio) e l'Assistente/coordinatore (Savarese Francesco), entrambi ex Sottufficiali dell'Aeronautica Militare transitati oltre 20 anni prima nei ruoli dell'organizzazione civile e da allora in servizio in torre di controllo a Linate, mentre il secondo includeva i tre più giovani controllori provenienti dalle selezioni effettuate direttamente dalla azienda di Assistenza al Volo.

Per entrambi i controllori più anziani lo studio delle cartelle personali non evidenzia elementi di particolare rilievo per l'aspetto professionale, a parte la regolarità delle visite mediche periodiche, e si deve ritenere che essi continuassero per tutti questi anni ad operare nella ordinaria routine sempre nelle stesse mansioni di Controllore di Aerodromo con abilitazioni TWR e APP, senza mai partecipare a corsi di aggiornamento.

Entrambi però venivano promossi al ruolo di Capo Sala Operativo in considerazione "dello stato di servizio e dell'esperienza professionale", in base cioè alla loro anzianità e ancora senza alcun particolare addestramento per la specifica funzione.

Tra i tre controllori "di nuova generazione" il più esperto era l'operatore addetto alla frequenza TWR (Sartor Massimiliano) il quale, completato il corso base nel 1990, era stato subito assegnato al CAV di Linate dove aveva continuato il tirocinio pratico e conseguito le abilitazioni TWR e APP.

In mancanza di informazioni dettagliate si deve desumere che egli svolgesse una normale attività operativa, tanto da ricevere nel 1998 l'incarico di addestratore teorico/pratico per il tirocinio del personale in addestramento per le abilitazioni locali.

Nei primi mesi dell'anno 2001 egli frequentava un corso "Radar di Aerodromo" presso la Divisione Formazione dell'ENAV e conseguiva quindi la relativa abilitazione.

Non si conoscono i contenuti del programma addestrativo seguito ma si può comunque ipotizzare che anche la sola frequenza di un corso presso la struttura centrale possa costituire un momento di standardizzazione del controllore per il necessario confronto con una realtà diversa da quella di normale impiego operativo.

E lo stesso esame sostenuto alla fine del corso può assumere la valenza di un accertamento generale delle capacità professionali.

I due più giovani controllori in servizio provenivano entrambi dallo stesso Corso Basico frequentato nel 1995 ed avevano poi continuato il tirocinio pratico separatamente presso due diversi aeroporti periferici dove conseguivano, nel corso dell'anno successivo, le locali abilitazioni.

Ed entrambi venivano trasferiti nella prima metà del 1998 al CAV di Linate dove, contemporaneamente, erano addestrati per l'abilitazione TWR.

Da questo momento le loro esperienze si differenziano notevolmente.

Il controllore che il giorno dell'evento aveva appena iniziato il turno di servizio e rimaneva di riserva (Conte Gianluca), in attesa di disposizioni da parte del suo Capo Sala Operativo, conseguiva l'abilitazione TWR, dopo 232 ore di tirocinio, nel luglio 1998 e dopo due mesi e mezzo era avviato all'addestramento per l'abilitazione APP che gli veniva rilasciata nel dicembre dello stesso anno.

Nel Marzo del 2001 egli partecipava al Corso "Radar di Aerodromo" presso la Direzione Formazione centrale dell'ENAV conseguendo la relativa abilitazione nel Giugno successivo ed anche per lui possono valere le considerazioni già espresse per il controllore addetto alla frequenza TWR per quanto concerne gli aspetti di aggiornamento e controllo professionale.

Diversa, e più lenta, risulta la progressione addestrativa del controllore addetto alla postazione GROUND (Zacchetti Paolo) che già dall'inizio mostra qualche differenza da quella dell'altro compagno di studi e di lavoro.

Si nota infatti dall'esame della documentazione reperita nella cartella personale che al termine del Corso Basico egli era stato avviato ad un Corso

Basico Integrativo comprendente ulteriori 6 settimane di addestramento e 20 esercitazioni al simulatore e che anche il suo tirocinio presso l'aeroporto periferico si protraeva per un tempo più lungo tanto che egli conseguiva l'abilitazione TWR con 5 mesi di ritardo rispetto all'altro collega.

Anche dopo il suo trasferimento a Linate si rileva che i tempi del suo tirocinio pratico, presumibilmente condotto secondo gli stessi metodi e con gli stessi parametri di valutazione, erano superiori del 50% a quelli dell'altro e che pertanto il conseguimento delle locali abilitazioni TWR e APP subiva un ritardo rispettivamente di 2 settimane e di circa 2 mesi.

E dal conseguimento dell'abilitazione APP, nel febbraio del 1999, egli non partecipava ad alcun altro periodo di addestramento e/o controllo.

Era stato però a sua volta convocato per due volte nel corso dell'ultimo anno a partecipare al Corso Radar di Aerodromo ma entrambe le volte aveva rinunciato per motivi personali.

I motivi personali sembrano d'altronde essere una costante negativa nel suo curriculum professionale, ricorrendo nella sua richiesta di trasferimento a Linate "perché la divisione fisica dal nucleo familiare è causa di continue tensioni e di logorio psicologico", nella rinuncia alla prima convocazione per il Corso Radar di Aerodromo "perché problemi di carattere familiare mi impediscono di allontanarmi dalla residenza abituale" e infine nella ultima rinuncia, soltanto 12 giorni prima dell'incidente, "a causa di mancanze e disfunzioni della propria abitazione alcune delle quali mettono a repentaglio la sua sicurezza e quella della moglie".

Dal giorno 8 Ottobre egli avrebbe dovuto essere presso il centro di addestramento CRAV di Roma Ciampino per il corso predetto ma, a seguito della sua rinuncia, al momento dell'incidente era in turno di servizio a Linate ed assegnato, senza nemmeno la supervisione del CSO, alla postazione più impegnativa nel momento di massimo carico di lavoro, senza avere avuto l'opportunità di alcun aggiornamento professionale da quasi 3 anni e senza l'esperienza trentennale dei controllori più anziani e certamente non nelle migliori condizioni psicofisiche per un compito tanto gravoso.

L'interazione dei protagonisti

A conclusione di tutto quanto finora detto è necessario ripercorrere ancora una volta i momenti essenziali dell'evento concentrando l'attenzione sui soli protagonisti dell'ultimo atto della tragedia di Linate.

Cominciando dal volo del Citation da Colonia a Milano Linate.

I piloti tedeschi partivano da Colonia con una informativa meteorologica, sia delle condizioni del momento che delle previsioni per la durata del volo, che poteva consentire l'arrivo a Linate nel rispetto dei minimi di ceiling e di visibilità per l'atterraggio in condizioni di Categoria I per i quali erano autorizzati (ceiling 200 piedi/RVR 550 metri) e che avevano comunicato sul piano di volo ATC trasmesso il giorno precedente.

Durante il volo le informazioni ATIS "Y", trasmesse sulla frequenza della stazione VOR di Linate e recepibili all'incirca soltanto 20 minuti prima dell'atterraggio, riportavano una visibilità minima di 200 metri con banchi di nebbia ma aggiungevano una previsione di attività temporalesca e turbolenza che non era compatibile con una condizione di nebbia stagnante, proprio per i moti vorticosi dell'aria associati alla turbolenza.

Era quindi ancora ipotizzabile una possibilità di atterraggio in Categoria I anche per l'assenza della prevista informativa sulla condizione operativa dell'aeroporto in Cat II/III.

Si può ritenere che successivamente alle 04.40 UTC i piloti tedeschi non avessero più l'opportunità di ascoltare l'ATIS per un aggiornamento delle informazioni meteorologiche, a causa delle difficoltà che riscontravano a cambiare frequenza e del susseguirsi delle comunicazioni, e venivano pertanto a conoscenza del peggioramento della visibilità direttamente dal Controllore di Avvicinamento quando già autorizzati alla procedura ILS e a meno di 5 minuti dall'atterraggio.

Era legittima la scelta del pilota di continuare l'avvicinamento fino al Marker esterno (5.4 miglia dalla soglia della pista) ma non avrebbe dovuto proseguire oltre questa posizione se i valori di ceiling e di RVR riportati erano inferiori ai suoi limiti di 200 piedi/550 metri, anche in assenza di formale informativa sulla operatività aeroportuale in Categoria III.

Prima ancora però di raggiungere il Marker, appena in contatto radio sulla frequenza di TWR, il pilota veniva immediatamente autorizzato

all'atterraggio e riceveva conferma delle condizioni meteorologiche che non consentivano operazioni in Categoria I, ancora una volta senza informativa sulla operatività aeroportuale e senza richiesta di conferma della sua capacità e legittimità ad operare in condizioni di Categoria III.

Certamente egli era ben consapevole di operare al di fuori dei propri limiti, chiaramente da lui indicati nel piano di volo, ma non è irragionevole supporre che l'autorizzazione ricevuta, associata forse ad altri condizionamenti dei quali non abbiamo cognizione certa quali, ad esempio, il desiderio di provare le capacità del nuovo aeromobile in condizioni reali e/o pressioni di carattere commerciale o la ricerca di soddisfazione personale, lo inducessero a proseguire l'avvicinamento e tentare l'atterraggio.

La manovra riusciva, anche se l'atterraggio era un pò lungo e la corsa di decelerazione si concludeva oltre l'intersezione della via di rullaggio R6, e l'aeromobile rullava fino al piazzale "Ovest" dove rimaneva in attesa dei passeggeri per il successivo volo per Parigi.

Non si ritiene che possa ipotizzarsi un nesso di casualità tra l'atterraggio in condizioni meteorologiche per le quali l'aeromobile non era certificato, né il pilota autorizzato, e l'incidente verificatosi al momento della successiva partenza ma il mancato controllo da parte dei funzionari dell'UCT, in presenza di una evidente violazione delle norme aeronautiche, impone qualche considerazione.

Le procedure operative emanate da ENAC in materia di controlli documentali su aeromobili e personale navigante da parte dei Direttori di Aeroporto e, per essi, del personale delegato degli Uffici di Controllo Traffico prevedono che i detti controlli siano eseguiti a campione, ma è difficile comprendere che il controllo non fosse effettuato in presenza di una chiara inosservanza delle Regole dell'aria che non poteva non essere a conoscenza dei funzionari dell'UCT, consapevoli certamente delle condizioni meteorologiche esistenti sull'aeroporto e delle limitazioni all'impiego degli aeromobili privati durante le operazioni in Categoria III.

Si rileva infatti non soltanto che il pilota tedesco aveva inserito il valore dei suoi minimi di visibilità per l'avvicinamento strumentale nella casella 18 del piano di volo ATC inoltrato il giorno precedente, i cui dati dovevano essere comunicati all'UCT, ma che lo status di volo privato era anche riportato nel "Foglio di Controllo" compilato all'arrivo dai piloti e trasmesso all'UCT prima della partenza del volo successivo.

Né l'ENAC ed i suoi uffici periferici potevano ignorare, proprio in quanto Autorità nazionale per l'Aviazione Civile, che nessun Cessna 525A è stato finora certificato per le operazioni in Categoria III.

D'altra parte il velivolo arrivava per la prima volta a Linate ed anche questa circostanza avrebbe dovuto far valutare l'opportunità di un controllo dei documenti dell'aereo e dei piloti in ottemperanza alle stesse linee guida dettate da ENAC che indicano, tra i parametri da considerare per la scelta dei voli da controllare a campione, *la non conoscenza dei singoli dati operativi*.

L'effettuazione del controllo avrebbe consentito al funzionario dell'UCT di contestare al pilota tedesco l'inosservanza delle Regole dell'Aria e attivare le procedure per comunicare alle Autorità aeronautiche competenti i rilievi negativi a carico dell'operatore e del pilota per le eventuali iniziative sanzionatorie per l'atterraggio "sotto i minimi".

Ma soprattutto, anche qualora il controllo non avesse permesso al personale della Direzione di Aeroporto, per la carenza della normativa nazionale in materia di LVTO per i voli privati, di rilevare la mancanza di addestramento e qualificazione dei piloti tedeschi per le operazioni di decollo con visibilità inferiore a 400 metri, esso avrebbe di certo potuto costituire un valido deterrente psicologico per i piloti del Cessna, ben consapevoli delle loro limitazioni operative, e indurli, sentendosi osservati, a ritardare la partenza in attesa di un miglioramento delle condizioni meteorologiche.

Ma il Cessna Citation 525A veniva rilasciato alla partenza senza alcun controllo e, alle 05.58.23, chiedeva l'autorizzazione a mettere in moto.

Era probabilmente il copilota a parlare: mostrava qualche titubanza e faceva un errore nel ripetere l'autorizzazione di uscita strumentale, probabilmente per mancanza di familiarità con l'area di Milano, e veniva corretto dal Controllore confermando poi la corretta autorizzazione.

Nel frattempo, sul piazzale "Nord", i piloti del volo SK 686 avevano stabilito il collegamento radio sulla frequenza GROUND e le comunicazioni si svolgevano in modo corretto e con toni calmi fino al momento in cui il Controllore, non avendo ricevuto immediata risposta dai piloti alla richiesta di conferma di posizione, usava toni piuttosto perentori che potevano indicare la sua fretta di avere l'informazione richiesta per poter mantenere il ritmo nella gestione dei movimenti degli aeromobili sul piazzale "Nord".

Infatti I-LUBI, un velivolo executive che proveniva dal piazzale “Ovest” lungo il raccordo R5, era pronto ad entrarvi e non avrebbe potuto farlo prima che il Boeing MD87 lo avesse abbandonato imboccando la via di rullaggio principale.

Dopo circa 2 minuti il volo SK 686 veniva trasferito sulla frequenza di Torre e lo scambio comunicativo per il primo contatto, anche se non standard, era efficace tanto che le successive conversazioni tra i piloti confermano la buona comprensione del messaggio.

E da quel momento tutte le comunicazioni successive tra il Controllore Ground e il D-IEVX, non potevano essere udite dall’equipaggio scandinavo.

Alle 06.05.27 D-IEVX chiedeva il rullaggio sulla frequenza di Ground.

L’autorizzazione fornita dal Controllore Ground veniva pronunciata con la velocità usuale, ma la parola “north”, molto breve, in rapida sequenza nella stringa verbale e inserita nel contesto di informazioni più rilevanti - quali l’indicazione della via di rullaggio, la regolazione altimetrica, e il punto da riportare - potrebbe non essere stata percepita dal pilota che, in rullaggio, non è normalmente orientato a seguire le indicazioni strumentali.

È infatti normale che i piloti attribuiscono importanza quasi esclusiva alle segnalazioni e indicazioni esterne all’aeromobile, quali i gesti del personale addetto alla guida a terra, le tracce a terra, le segnalazioni orizzontali (dipinte o luminose) e gli indicatori verticali sulla via di rullaggio ed ai suoi lati.

D’altronde nella comunicazione di conferma (read back) il pilota ometteva la parola “north”.

Le ipotesi possibili sono:

- 1) che non l’avesse recepita;
- 2) che l’avesse ritenuta insignificante;
- 3) che l’avesse percepita ma subito dimenticata ritenendola in quel momento irrilevante per un meccanismo psicologico di filtraggio percettivo basato sulla significatività contestuale dell’informazione.

Inoltre, nel read back il pilota ometteva due altre importanti notazioni: non menzionava le parole “STOP BAR” e non ripeteva la parola “extension”, riducendo la ripetizione del limite di autorizzazione al solo: “..... via Romeo 5 ... and call you back before reaching main runway”.

6.05.43	GND	Delta Victor XRay, taxi north via Romeo 5, QNH 1013, call me back at the STOP BAR of the ... main runway extension <i>Delta Victor XRay, rullate a nord via Romeo 5, QNH 1013, richiamatemi alle Stop Bar del... prolungamento della pista principale</i>
6.05.56	D-IEVX	Roger, via Romeo 5 and 1013 and call you back before reaching main runway <i>Roger, via Romeo 5 e 1013 e vi richiamo prima di raggiungere la pista principale</i>

Così formulata la ripetizione aveva il significato formale e sostanziale di una autorizzazione a procedere verso la pista di decollo e richiamare avvicinandovisi.

È possibile che il pilota avesse in quel momento elaborato una immagine mentale del futuro rullaggio (fase pre-operativa della percezione) in base alla recente esperienza in arrivo, alle 04.59.00 circa, nel corso della quale aveva utilizzato il raccordo Romeo 6 per uscire dalla pista d'atterraggio e portarsi al piazzale "ATA" (parcheggio Aviazione Generale).

Il fatto che in atterraggio i piloti tedeschi avessero chiesto ed ottenuto di fare una breve inversione sulla pista principale per imboccare il raccordo Romeo 6 potrebbe far supporre una certa consapevolezza del lay out aeroportuale (almeno da parte di uno dei due, probabilmente il Comandante).

Il raccordo Romeo 6 è inoltre l'unico collegamento diretto tra il parcheggio dei velivoli di Aviazione Generale e la pista principale e viene usato frequentemente, condizioni meteorologiche e traffico permettendo, per il rullaggio degli aerei provenienti dal piazzale ATA verso il "punto attesa" per il decollo dalla pista principale, attraversando la stessa pista per immettersi sul raccordo Romeo 2 e raggiungere il raccordo principale.

Lo stesso AIP-Italia e la documentazione Jeppesen indicano che in condizioni di categoria III i velivoli in rullaggio dal piazzale ATA verranno istruiti a procedere lungo il raccordo **Romeo 6** fino alla STOP BAR.

Si tratta di un errore di stampa o la procedura pubblicata mirava, un tempo, quando la Stop Bar di R 6 era controllata dalla Torre, ad evitare congestione di traffico sul piazzale Nord in condizioni di ridotta visibilità ?

Il controllore Ground non dava seguito al colloquio.

La mancata reazione del controllore Ground al read back scorretto può essere attribuita alle ipotesi:

- 1) la differenza tra autorizzazione e ripetizione della stessa non veniva rilevata per ascolto superficiale (attenzione diffusa);
- 2) la differenza veniva rilevata (attenzione focalizzata) ma l'estrazione dei dati essenziali sia pure in forma scorretta era ritenuta sufficiente.

Se questa seconda ipotesi fosse la più realistica, al comportamento del controllore potrebbe aver eventualmente contribuito la possibile abitudine dei controllori di Linate a trattare con i piloti dei velivoli executives di base, familiari con le aeree di manovra aeroportuale e con le relative procedure non scritte per il rullaggio nelle diverse condizioni di visibilità.

A conferma di quanto detto sopra si nota che nelle trasmissioni effettuate in tutto l'arco di tempo esaminato il controllore Ground dava raramente conferma che il read back era corretto (acknowledgement).

Doveva averlo notato anche l'OS-222 che, al termine della ripetizione dell'autorizzazione trasmessagli dal Ground, alle 06.00.50, chiedeva esplicitamente la conferma di averla ripetuta in modo corretto.

E il Cessna iniziava a muovere dalla piazzola di parcheggio.

Non vi erano comunicazioni iniziale e l'uscita dal piazzale del parcheggio Aviazione Generale.

D-IEVX lasciava la sua posizione al parcheggio girando a sinistra su una direzione di circa 150° e seguendo, come previsto, il tratto retto della riga gialla tracciata sul piazzale e la prima parte della curva continua di 180° a sinistra che lo avrebbe portato alla biforcazione della riga gialla in due diverse linee di rullaggio.

Alla biforcazione il pilota del Cessna, invece di continuare la curva a sinistra, accostava di pochi gradi a destra e proseguiva in direzione della via di rullaggio Romeo 6.

È necessario esaminare alcuni aspetti dell'informazione fornita in forma iconica dai segnali e dalle documentazioni alle quali potevano fare riferimento i piloti:

- 1) La mappa dei percorsi di rullaggio nel piazzale ATA pubblicata sulla carta di rullaggio di cui disponevano i piloti (Jeppesen 20-9B) non corrispondeva all'effettivo stato delle tracce al suolo;

- 2) Le tracce (gialle) erano piuttosto deteriorate e parzialmente cancellate con vernice nera, la stessa che copriva anche tratti di un vecchio tracciato, poi cambiato;
- 3) La ridottissima visibilità costringeva i piloti del Cessna a concentrarsi sulla visione esterna per non perdere il contatto visivo con la traccia gialla al suolo;
- 4) L'angolo di obliterazione della visione verso il basso (Cut-out angle) dal posto di pilotaggio di sinistra (dove era presumibilmente seduto il pilota che effettuava il rullaggio) consentiva di vedere il suolo nel senso del moto del velivolo Citation CJ2 solo al di là della distanza di 8 metri dal punto d'osservazione e quindi, a causa della fitta nebbia, il segmento di suolo visibile dai piloti era ulteriormente ridotto così che essi avevano pochi secondi per interpretare e seguire le linee di guida al suolo;
- 5) Le scritte di discriminazione tra R5 e R6 verniciate sul suolo subito dopo il bivio del tracciato erano piuttosto deteriorate e realizzate con caratteri "spezzati" (fuori standard ICAO) e orientate obliquamente rispetto alla direzione di avvicinamento così da renderne ancora più problematica la interpretazione;
- 6) Le luci di rullaggio del raccordo R6 erano accese, visibili ben oltre il raggio visivo entro il quale erano visibili le tracce verniciate, mentre non potevano essere in vista le luci del raccordo R5, il che poteva aver generato la convinzione nei piloti di essere sul percorso autorizzato, considerando che normalmente l'illuminazione a luci verdi di una via di rullaggio ne consente inequivocabilmente l'utilizzazione.

Intanto, circa 7 secondi dopo la fine del read back di D-IEVX, venivano effettuate altre comunicazioni tra Ground e altri aeromobili parcheggiati nello stesso piazzale dove si trovava D-IEVX (o ne stava uscendo).

L'autorizzazione al rullaggio che veniva dettata al velivolo LX-PRA, e ripetuta correttamente con tutti i suoi elementi, era del tutto analoga a quella data al Cessna D-IEVX, ma tutta la conversazione avveniva in italiano e ciò impediva l'insorgenza di un eventuale dubbio nei piloti tedeschi che non parlavano questa lingua.

Queste conversazioni si svolgevano in un arco di tempo di circa 40 secondi dall'ultima comunicazione del pilota di D-IEVX, periodo in cui questi era ancora, presumibilmente, in una posizione sul piazzale dalla quale avrebbe potuto seguire il percorso giusto se avesse avuto l'occasione di comparare la sua autorizzazione al rullaggio con quella fornita all'altro velivolo che, oltretutto, era stato istruito a seguire proprio il Cessna tedesco.

Nel frattempo SK686 veniva autorizzato a procedere nel rullaggio, pochi secondi dopo il decollo dell'aeromobile che lo precedeva nella sequenza di partenza, e, ancora una volta, non viene notata alcuna anomalia nel collegamento radio con il controllore di Torre anzi i colloqui tra i due piloti scandinavi, rilevati dal CVR, denotano un clima tranquillo e rilassato.

Pochi secondi dopo l'inizio della corsa di decollo del volo AZA 410, il Boeing MD87 della SAS veniva autorizzato ad allinearsi sulla pista principale 36 Destra e a mantenere la posizione.

Alle 06.08.23, mentre SK 686 si allineava, il pilota di D-IEVX notificava al Controllore Ground la propria posizione "approaching Sierra Four", evidentemente desunta dalla corrispondente scritta gialla R 4 marcata sulla pavimentazione del raccordo Romeo 6, vista rovesciata dai piloti del Cessna tedesco, posta in prossimità delle righe trasversali, anch'esse gialle, che designavano un punto di arresto per gli aeromobili provenienti dalla pista principale, cioè in senso inverso rispetto al percorso di D-IEVX.



I piloti tedeschi erano atterrati la stessa mattina alle 04.59 circa ed avevano liberato la pista di atterraggio principale sul raccordo Romeo 6, dopo una inversione sulla pista ed un breve percorso contrario alla direzione di atterraggio (backtrack), e ciò fa ragionevolmente supporre che essi fossero consapevoli della loro posizione, salvo probabilmente ignorare che il raccordo da loro seguito non era quello per il quale erano stati autorizzati.

Dall'accentuata inflessione interrogativa della voce del Controllore Ground nel rispondere alla comunicazione di D-IEVX si può ritenere che l'informazione fornitagli sulla posizione del Cessna fosse per lui poco comprensibile (probabilmente "Sierra 4" non rientrava nella sua immagine mentale della presunta posizione del D-IEVX), né doveva essergli sembrata coerente l'informazione "approaching the runway".

Tanto che richiedeva al pilota di confermare la sua posizione.

L'arresto alle posizioni S4 ed S5 dei velivoli in rullaggio lungo il raccordo R6 si rende necessario nelle occasioni (rare e solo in condizioni meteorologiche ottime) di attività di volo sulla pista "turistica" (36L-18R).

Però, a detta di piloti dell'Aviazione Generale intervistati, la fraseologia usata è usualmente "attendete prima del prolungamento pista turistica" o simili espressioni, ma le sigle S4 ed S5 non vengono citate mai e questa circostanza potrebbe essere una ragione della difficoltà del controllore a comprendere cosa intendesse dire il pilota del D-IEVX con "S4", e l'essersi concentrato su questa sigla potrebbe avere eclissato la sua attenzione dalla ben più importante espressione "approaching the runway".

Il controllore Ground istruiva comunque il D-IEVX a mantenere la posizione STOP BAR: Delta Victor XRay roger, maintain the STOP BAR, I'll call you back".

C'è da dire che la dizione "maintain ..." seguita da una posizione, quota, prua ecc. ha in sé qualche elemento di ambiguità e può essere interpretata come "*rimanete nella posizione data se già ci siete*", oppure "*raggiungetela e mantenetela quando vi sarete arrivati*".

Tenendo conto di questo si possono fare diverse ipotesi:

- 1) Il controllore supponeva che D-IEVX fosse in effetti già alla STOP BAR del Romeo 5 (quella da lui indicata e definita peraltro in modo improprio, trattandosi di una Clearance Bar) o vi si stesse avvicinando e non rilevava la notifica "approaching the runway" o la considerava

- un lapsus, attribuendo al pilota tedesco l'intenzione di dire "apron" anziché "runway" (arbitrarietà cognitive di questo genere garantiscono al percipiente di conservare coerente il proprio panorama mentale).
- 2) Il controllore non riusciva a capire bene in quale punto del Romeo 5 si trovasse il D-IEVX e, impossibilitato a risolvere il dubbio, dava comunque un'istruzione che salvaguardasse certamente la sicurezza (l'arresto prima del segnale di protezione delle aree attive); in questo caso il supporto psicologico viene fornito dalla "tendenza al completamento" (*completion bias*), che soddisfa il bisogno di porre fine al più presto ad una situazione ambigua ricorrendo alla prima soluzione "soddisfacente" (*strong but wrong hypothesis*).
 - 3) Il controllore aveva compreso l'effettiva posizione del D-IEVX e lo istruiva comunque a non proseguire oltre le luci di STOP BAR (ipotesi difficile da sostenere alla luce degli avvenimenti successivi e che significherebbe che dopo pochi minuti egli l'avesse dimenticata).

Si ritiene che la seconda ipotesi sia la più attendibile e sembra evidente, anche alla luce delle ulteriori comunicazioni, fin dopo l'incidente, che il controllore permanesse nella convinzione che il D-IEVX stesse rullando sulla via di rullaggio R5 come autorizzato, anche se in un punto imprecisato del raccordo, probabilmente in corrispondenza di una delle posizioni di attesa a cavallo del prolungamento della pista "turistica".

D'altronde il breve lasso di tempo trascorso tra l'inizio del rullaggio e il riporto di posizione "S4" difficilmente avrebbe consentito al velivolo tedesco di raggiungere la Clearance Bar e la interruzione di 15 secondi nelle comunicazioni da parte del controllore dopo avere istruito D-IEVX a mantenere la Stop Bar (unica interruzione di tale durata in quei momenti di più gravoso carico di lavoro) induce a pensare che egli, incerto sulla localizzazione di S4, potrebbe avere cercato spiegazioni da parte dei colleghi più anziani presenti in torre di controllo.

Il controllore ignorava però il secondo elemento del messaggio del pilota, ("approaching the runway"), proprio per la sua convinzione che il velivolo stesse rullando su R5 e le informazioni atte a contraddire questa immagine mentale radicata e determinarne la correzione non riuscivano a "passare".

Questo fenomeno a carico dell'attività cognitiva umana è ben noto come "tendenza alla conferma" (*confirmation bias*) ed è riscontrabile in praticamente tutti gli incidenti nei quali i dati di realtà, anche estremamente

coercitivi, non riescono a superare la soglia di resistenza al cambiamento della percezione soggettiva della situazione.

D'altra parte in torre non era disponibile con immediatezza una pianta aeroportuale con l'indicazione del piazzale dell'Aviazione Generale e delle vie di rullaggio ad ovest della pista principale.

Solo sotto il vetro della scrivania del supervisore, posta alle spalle dei controllori attivi ed a loro invisibile, e su uno dei balconi laterali era posta una cartina aeroportuale, priva peraltro delle indicazioni concernenti le scritte esistenti sulla pavimentazione dei raccordi R5 ed R6, mentre la documentazione completa della segnaletica orizzontale (comprendente la localizzazione di tutte le posizioni "S") era inclusa in una raccolta di circolari, comunicazioni varie e ordini di servizio chiusa in un armadio .

Dalla parte dei piloti del D-IEVX, si può ritenere che essi fossero certi di essere sul raccordo diretto alla pista principale ma che non avessero la sicurezza della sua denominazione per l'assenza della segnaletica verticale.

Tra le ipotesi che si possono fare sulla percezione dei piloti tedeschi in quel momento, c'è quella che, avendo avuto originariamente l'autorizzazione a procedere fino alla STOP BAR di Romeo 5, il successivo transito dalla marcatura "S5" fosse interpretato come una sequenza alfanumerica "R5 – S5" di segmentazione del raccordo sul quale procedevano ma che poi la indicazione "S4" (che non si inseriva logicamente nella sequenza) potesse aver causato in loro qualche dubbio e che, per questa ragione, la loro notifica di posizione "approaching S4" avesse in realtà valore di implicita richiesta di conferma sulla correttezza del percorso seguito.

Si può considerare comunque ragionevolmente certo che essi avessero coscienza della loro posizione rispetto alla pista principale 36Right/18Left alla quale si stavano avvicinando, come avevano esplicitamente dichiarato.

Le comunicazioni al riguardo sono chiarissime.

6.08.23	D-IEVX	DeltaIndiaEchoVictorXray, approaching Sierra 4 <i>DeltaIndiaEcho Victor Xray, in avvicinamento a Sierra 4</i>
6.08.28	GND	DeltaIndiaEchoVictorXray confirm your position ???? <i>DeltaIndiaEchoVictorXray, confermate la vostra posizione??</i>
6.08.31	D-IEVX	Approaching the runway, Sierra 4 <i>In avvicinamento alla pista, Sierra 4</i>
6.08.35	GND	Delta .. Victor .. Xray, roger, maintain the Stop Bar I'll call you back <i>Delta ..Victor.. Xray, ricevuto, mantenete le STOP BAR, vi richiamerò</i>
6.08.40	D-IEVX	Roger, ... hold position <i>Ricevuto, ... mantengo la posizione</i>

Nota: l'ultima trasmissione sembra essere fatta dal secondo pilota.

Alle 06.09.19 D-IEVX veniva autorizzato a proseguire il rullaggio.

Non c'è assoluta certezza sulla posizione di D-IEVX sul raccordo Romeo 6 (compresa in ogni caso tra il punto S4 e la STOP BAR) al momento della comunicazione ma si presume che, al momento dell'autorizzazione a proseguire il rullaggio oltre la STOP BAR, il D-IEVX era arrivato in prossimità o almeno in vista di essa.

Infatti, qualora la comunicazione di D-IEVX delle 06.08.40 ("holding position") venisse interpretata come un effettivo arresto nella posizione S4 fino all'ulteriore autorizzazione, allora la velocità di avvicinamento e invasione della pista avrebbe dovuto essere vicina ai 20 Kts (quasi 40 Km/h), molto improbabile con la ridotta visibilità del momento.

I piloti tedeschi non sembravano rilevare alcuna incongruenza nella autorizzazione ricevuta rispetto alla loro effettiva posizione e diventa importante, per comprenderne il comportamento, rileggere il testo esatto dell'autorizzazione a continuare il rullaggio ed analizzarne i singoli elementi.

"DeltaVictorXray, continue your taxi on the main apron,
follow the Alfa line"

1) “Continue your taxi on the main apron”

Il pilota tedesco potrebbe avere attribuito a lapsus del controllore le parole “main apron” in luogo di “*main taxiway*”.

Anche qui si tratta dei meccanismi psicologici già citati che sottopongono a censura e negazione segnali contraddittori anche vistosi nel quadro di un generale “orientamento esclusivo all’obiettivo” radicato in una costellazione di dati falsamente coerenti e, per assurdo che possa sembrare un tale atteggiamento mentale, lo si ritrova in quasi tutti gli incidenti in cui il “fattore uomo” rappresenta una importante concausa.

D’altra parte sulla cartografia a sua disposizione (e sulla stessa documentazione AIP-Italia) non esisteva alcun “main apron” poiché il piazzale utilizzato dai velivoli di linea, ed al quale chiaramente ed impropriamente si riferiva il controllore, era identificato come “North apron” mentre l’aggettivo “main” era sempre associato al termine “taxiway” in tutte le comunicazioni intervenute tra i controllori e gli altri aeromobili.

L’unica volta che il controllore usava l’aggettivo “principale” con riferimento al piazzale “Nord” (l’autorizzazione a rullare per LX-PRA) la comunicazione era in lingua italiana e non compresa dal pilota di D-IEVX.

Inoltre l’istruzione immediatamente successiva a richiamare quando sulla via di rullaggio principale (“*call me back entering the main taxiway*”), correttamente ripetuta, non poteva che confermare nella mente del pilota tedesco la convinzione di dover procedere per la via più breve verso la *main taxiway*, attraversando, appunto, la pista “principale”.

2) “follow the Alpha line”

La Alpha line è una linea di rullaggio marcata in giallo sulla superficie del piazzale principale e corre per tutta la lunghezza di questo, in direzione Nord-Sud, nella parte più occidentale del piazzale di sosta a ridosso della striscia erbosa che lo delimita.

Nella sua estremità settentrionale essa si raccorda con la linea di centerline della via di rullaggio R5 mentre a Sud si collega con il raccordo R1 e con la via di rullaggio principale e viene utilizzata alternativamente per la movimentazione degli aeromobili che, provenendo dal piazzale “ovest” o dall’area militare lungo il raccordo R5, debbano raggiungere la via di rullaggio principale, e viceversa, e per gli aeromobili che, dopo l’atterraggio,

liberino la pista sul raccordo R1 e procedano per le piazzole di sosta numerate dal 13 al 21 e per i moli di attracco al terminal.

È fisicamente identificata con la lettera “A” marcata al suolo ad entrambe le sue estremità ma questa identificazione non è riportata nella documentazione AIP-Italia dove questa linea di rullaggio è disegnata in forma anonima, come peraltro tutte le altre linee di rullaggio presenti sullo stesso piazzale.

Ma di tutto questo non erano a conoscenza i piloti tedeschi i quali non erano familiari con la realtà aeroportuale di Milano Linate e utilizzavano le informazioni contenute nella documentazione di rotta Jeppesen.

E sulla cartina Jeppesen 20-9B, relativa ai piazzali di sosta degli aeromobili, l’indicazione “A” corrispondeva alla centerline della via di rullaggio principale!!!

Era comprensibile quindi che i piloti potessero aspettarsi di individuarla dopo l’attraversamento della pista per raggiungere appunto la Alpha line sulla “main taxiway”.

D’altronde l’autorizzazione all’attraversamento delle luci rosse della STOP BAR e la presenza di luci di guida verdi accese lungo il centro pista di rullaggio al di là di quelle rosse trasversali, erano tutti elementi che non lasciavano spazio a dubbi.

Dall’autorizzazione a continuare il rullaggio appare d’altra parte del tutto evidente la convinzione del controllore GROUND che D-IEVX si trovasse invece alle luci di Clearance Bar poste sul raccordo Romeo 5.

Se mai vi fosse stato nella sua mente un dubbio, insinuato dal precedente rapporto di posizione su “S4”, esso era stato ormai soppresso dal corso degli eventi e dal diffuso, e già citato, meccanismo psicologico della “tendenza alla conferma” dell’immagine mentale a dispetto delle informazioni che la contraddicono.

Anche il fatto che i piloti del Citation avevano risposto ripetendo correttamente e alla lettera l’autorizzazione ricevuta confermava e rafforzava implicitamente l’immagine di realtà percepita dal controllore.

Un tragico colloquio tra sordi quindi, nel quale ciascuno parla e ascolta sé stesso ma interpreta le parole dell'altro secondo i propri convincimenti e condizionamenti.

Si può infine affermare che i piloti del D-IEVX non potevano non vedere le luci di STOP BAR, le luci verdi di rullaggio e verdi alternate a bianche della guida di raccordo, in pista, con la linea centrale (centerline) ed erano quindi consapevoli che stavano per interessare la pista attiva.

Come si vede dalla tabella che segue, contemporaneamente lo SK686 riceveva l'autorizzazione a decollare sulla frequenza di Torre (118.1 Mhz), autorizzazione che i piloti del D-IEVX non potevano in quel momento udire perché ancora sintonizzati sulla frequenza del controllo Ground (121.8 Mhz).

Né i piloti dello SK686 potevano udire le comunicazioni intercorse tra il controllore Ground e D-IEVX, comunicazioni che comunque non avrebbero probabilmente messo in allerta un equipaggio già autorizzato a decollare e inconsapevole della situazione del traffico in rullaggio.

	Frequenza Ground		Frequenza Tower	
6.09.19	GND	DELTA VICTOR XRAY continue your taxi on the main apron follow the Alpha line <i>DELTA VICTOR XRAY continuate il rullaggio sul parcheggio principale, seguite la linea Alfa</i>		
6.09.28	D-IEVX	Roger continue taxi main apron, Alfa line the DELTA VICTOR XRAY <i>Roger continua il rullaggio, parcheggio principale, linea Alfa, DELTA VICTOR XRAY</i>		
6.09.32	GND	That's correct and please call me back entering the main taxiway <i>E' corretto e per favore richiama entrando sulla via di rullaggio principale</i>		
6.09.37	D-IEVX	Will call you on the main taxiway <i>Vi richiamo sulla via principale di rullaggio</i>	SK686	Cleared for takeoff 36 set, when airborne squawk ident, and we are rolling Scandinavian 686 <i>Autorizzato al decollo 36, quando decollato selezione IDENT e stiamo rullando Scandinavian 686</i>

Subito dopo l'ultima comunicazione da parte del pilota di D-IEVX e fino al momento della collisione la frequenza del controllo Ground veniva impegnata continuamente da altre trasmissioni, con rare e brevissime interruzioni, e si può perciò ipotizzare che il pilota di D-IEVX non avesse la possibilità - quand'anche ne avesse avuto l'intenzione - di chiedere ulteriori chiarimenti prima di muoversi dalla sua posizione.

Inoltre tra le 06.10.06 e le 06.10.15 circa (durante la corsa di decollo dello SK686) i controllori di Ground e di TWR erano contemporaneamente impegnati, ognuno sulla propria frequenza, con altri velivoli e quindi impossibilitati all'usuale sorveglianza reciproca della situazione.

Tra l'altro il controllore di torre, che rispondeva alla richiesta da parte di un velivolo Meridiana circa la visibilità, doveva verosimilmente consultare il monitor dei misuratori, e doveva anche ripetere i dati che erano state riletti erroneamente dall'equipaggio che li aveva richiesti.

Questi comportamenti inducono ad ipotizzare una condizione dell'ambiente di lavoro in torre di controllo nella quale le operazioni, pur gestite separatamente e senza coordinamento tra i due controllori sulle rispettive frequenze, dovevano essere ritenute del tutto normali e tali da non richiedere una particolare attenzione o creare motivo di allarme neanche nel controllore più anziano tra i presenti che, seduto tra i due controllori di GROUND e TWR, assolveva i compiti di assistente/coordinatore mantenendo i collegamenti telefonici con gli altri Enti.

Alle 06.10.21 SK-686 e D-IEVX collidevano in un punto della mezzera della pista corrispondente alla congiungente delle linee di centerline delle vie di rullaggio R2 e R6 e si attivava il segnalatore di emergenza installato sull'aeromobile SAS (ELT).

Il segnale, udibile sulla frequenza d'emergenza 121.5, veniva registrato sia sui canali Ground e TWR che sul CVR dello SK686 e avrebbe dovuto essere udito anche nel locale della torre di controllo dato che, ovviamente, l'ascolto passivo di quella frequenza è continuo nei centri di Controllo del Traffico Aereo anche con volume regolato al "minimo".

Naturalmente udire un segnale non garantisce che ne sia anche percepita la significatività per diverse ragioni quali la comparsa inattesa o, viceversa, l'assuefazione a sentirlo durante le prove degli apparati radio effettuate di norma durante i primi cinque minuti di ogni ora o la sua interpretazione come disturbo anomalo.

Quasi contemporaneamente i controllori avevano sentito anche una serie di colpi sordi ma questi rumori, attutiti dalla nebbia e dai pannelli di insonorizzazione della torre di controllo, non erano da nessuno dei presenti associati ad un evento anomalo nemmeno dopo le prime richieste telefoniche di informazioni da parte del funzionario dell'UCT al quale veniva risposto che " al momento tutto era regolare".

Alle 06.10.33 (circa 12 secondi dopo la collisione) si registrava un tentativo di chiamata da parte dello SK686 udibile sulla frequenza di torre, immediatamente precedente l'impatto dell'MD-87 scandinavo con l'hangar, ma nessun messaggio veniva trasmesso.

Dalle comunicazioni immediatamente successive si rileva che il controllore Ground ancora non aveva nessuna nozione di quanto fosse accaduto alle ore 06.10.48 quando, rispondendo ad una richiesta di LX-PRA circa la posizione di D-IEVX, confermava che il velivolo tedesco era sul piazzale principale".

E di nuovo, alle 06.12.17, prima di autorizzare al rullaggio il volo Austrian 222 che muoveva dal piazzale "Nord", egli chiedeva al pilota di D-IEVX di riportare la propria posizione per evitare un eventuale conflitto di traffico sull'area di parcheggio.

Queste ultime comunicazioni, effettuate senza traccia di esitazione, dimostrano definitivamente che il controllore Ground era ancora, e quasi certamente era sempre stato, convinto che D-IEVX avesse rullato sul raccordo Romeo 5, secondo l'autorizzazione ricevuta.

Ma alla sua richiesta di posizione indirizzata al velivolo tedesco rispondeva il pilota del volo AZ 2023, ancora al parcheggio, il quale riferiva di avere udito un paio di minuti prima tre colpi in rapida sequenza e che l'agente di rampa aveva visto una scia di fuoco tra la fine della pista e l'antenna del localizzatore.

Erano le ore 06.13.00 UTC.

E subentrava in torre la consapevolezza che "qualcosa" era successo.

3) CONCLUSIONI

EVIDENZE

Si deve in conclusione affermare che al momento dell'incidente l'aeroporto di Milano Linate, palcoscenico dell'evento oggetto d'indagine, presentava una condizione di grave rischio latente per la concomitanza di molteplici fattori ambientali negativi i quali considerati singolarmente non avrebbero avuto rilevanza determinante nella produzione dell'incidente ma insieme creavano le premesse per una trappola mortale.

Si possono elencare, a conferma di quanto sopra, le seguenti evidenze emerse in corso d'indagine relativamente al fattore ambientale:

- la ridottissima visibilità generale, riportata pari a 50 metri;
- le carenze della segnaletica orizzontale e verticale sul piazzale "Ovest" e sulla via di rullaggio Romeo 6;
- le discordanze della cartografia dalla realtà aeroportuale;
- l'assenza dei sistemi di controllo e di allarme della STOP BAR sulla via di rullaggio Romeo 6;
- l'elevato carico di lavoro per i controllori del Traffico Aereo;
- l'inosservanza delle procedure prescritte per il rullaggio dei velivoli dal piazzale "Ovest";
- la omessa implementazione delle procedure per la movimentazione al suolo degli aeromobili in condizioni di bassa visibilità, nella indisponibilità del radar ASMI e in assenza di adeguate Stop Bars a tutte le intersezioni con la pista strumentale;
- l'assenza del radar ASMI (o di altro apparato GMGCS) concomitante con la inadeguatezza delle Stop Bars e la mancata implementazione delle procedure di movimentazione al suolo degli aeromobili in condizioni di bassa visibilità.

Per quanto si riferisce al fattore umano si può affermare che:

- i piloti scandinavi erano addestrati ed autorizzati ad operare nelle condizioni ambientali di Cat III e le loro azioni erano conformi agli standards previsti dalle procedure;
- i piloti tedeschi non erano autorizzati ad operare in condizioni ambientali di Cat III e non risultano, secondo la documentazione al momento disponibile, addestrati e qualificati a decollare nelle condizioni di bassa visibilità presenti al momento dell'incidente;
- nessun controllo era effettuato da parte dell'UCT a seguito dell'arrivo dell'aeromobile tedesco in violazione delle Regole dell'Aria;
- i piloti tedeschi non avevano familiarità con l'aeroporto di Linate e con le sue procedure "non scritte" e utilizzavano la cartografia Jeppesen come documentazione di riferimento;
- i piloti tedeschi avevano utilizzato al loro arrivo la via di rullaggio R6 per portarsi dalla pista al piazzale "Ovest";
- il controllore GROUND era il meno esperto CTA del turno di servizio (pur se la posizione GROUND era quella a massimo carico di lavoro al tempo degli eventi) e non aveva familiarità con la segnaletica esistente sulle vie di rullaggio da/per il piazzale "Ovest";
- la procedura prevista per evitare l'attraversamento del prolungamento della pista durante le operazioni di decollo non veniva applicata;
- la fraseologia utilizzata non era conforme alle prescrizioni ICAO;
- il CSO (caposala/supervisore) non era presente al suo posto di lavoro al momento dell'incidente e non era sostituito da altri.

Per quanto si riferisce al fattore tecnico l'analisi della documentazione disponibile per entrambi i velivoli non ha evidenziato avarie o anomalie che possano avere influito sulla produzione dell'incidente.

CAUSE DELL'INCIDENTE

Per tutto quanto finora analizzato sulla base della documentazione disponibile e degli ulteriori accertamenti si può ragionevolmente affermare, in risposta ai quesiti formulati dal Magistrato titolare del procedimento, che il disastro aereo verificatosi sull'aeroporto di Milano Linate in data 8/10/2001, secondo la dinamica già descritta in relazione, sia da attribuire alle seguenti cause primarie:

- un errore da parte del pilota ai comandi del velivolo Cessna 525 A con marche D-IEVX il quale, in fase di rullaggio, imboccava un raccordo diverso da quello per il quale era stato autorizzato e che lo portava ad intersecare la pista di decollo, a ciò indotto da un addestramento carente, da una fraseologia non standard, da segnaletica ingannevole e da una cartografia non rispondente alla realtà aeroportuale;
- un errore da parte del controllore del Traffico Aereo operante sulla frequenza GROUND il quale non rilevava, a causa della scarsa familiarità con la segnaletica esistente sull'aeroporto, la posizione errata dell'aeromobile tedesco, pur chiaramente comunicata dal pilota e localizzata lungo un raccordo diverso da quello per il quale era stato istruito, e lo autorizzava a continuare il rullaggio;
- la mancanza di un radar GMGCS e del sistema di allarme associato alla Stop Bar presente sul raccordo R 6 che non consentivano al controllore GROUND di rilevare la presenza del Cessna 525 A sulla via di rullaggio R 6 che intersecava la pista;
- la mancata implementazione delle procedure previste dagli standards ICAO e relative alle limitazioni della movimentazione al suolo degli aeromobili in condizioni di scarsa visibilità e in assenza di idonee STOP BARs e/o di sistemi per prevenire gli ingressi in pista non autorizzati (*runway incursions*).

Milano, 23 Aprile 2002



Comandante Mario PICA
Consulente Tecnico