

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aeromobile
B737-8AS marche di identificazione **EI-DYG**,
aeroporto di Roma Ciampino,
10 novembre 2008

INDICE

INDICE	I
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA	III
GLOSSARIO	IV
PREMESSA	VIII
CAPITOLO I – INFORMAZIONI SUI FATTI	1
1. GENERALITÀ.....	1
1.1. STORIA DEL VOLO.....	1
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE.....	2
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE	2
1.4. ALTRI DANNI.....	2
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE.....	3
1.5.1. Equipaggio di condotta.....	3
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE	4
1.6.1. Informazioni generali	4
1.6.2. Informazioni specifiche	4
1.6.3. Informazioni supplementari.....	5
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	10
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE.....	10
1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio	10
1.9. COMUNICAZIONI.....	12
1.9.1. Servizio mobile.....	12
1.9.2. Servizio fisso	14
1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni	15
1.9.4. Movimenti registrati in arrivo e in partenza aeroporto di Ciampino e servizio ATC	15
1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO.....	16
1.11. REGISTRATORI DI VOLO	26
1.11.1. Generalità	26
1.11.2. Stato di rinvenimento	26
1.11.3. Dati scaricati.....	27
1.11.4. Trascrizione del CVR.....	38
1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO.....	43
1.12.1. Luogo dell'incidente	43

1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami	44
1.12.3. Esame del relitto.....	46
1.12.4. Dinamica di impatto	49
1.12.5. Avarie connesse con l'evento.....	53
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	53
1.14. INCENDIO.....	53
1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA.....	54
1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	58
1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI	63
1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	63
1.18.1. Testimonianze	63
1.18.2. Caratteristiche del territorio circostante l'aeroporto di Ciampino	70
1.18.3. Lo storno.....	70
1.18.4. Ricognizione procedure operative	71
1.18.5. Tracciati radar	77
1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI.....	78
CAPITOLO II – ANALISI	79
2. GENERALITÀ.....	79
2.1. FATTORE AMBIENTALE - AEROPORTO.....	79
2.2. AEROMOBILE	81
2.3. CONDOTTA DEL VOLO.....	85
2.4. FATTORE UMANO.....	94
CAPITOLO III – CONCLUSIONI.....	106
3. GENERALITÀ.....	106
3.1. EVIDENZE	106
3.2. CAUSE.....	110
CAPITOLO IV – RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA.....	111
4. RACCOMANDAZIONI	111
4.1. RACCOMANDAZIONE ANSV-12/1525-08/1/A/18	111
4.2. RACCOMANDAZIONE ANSV-13/1525-08/2/A/18	112
APPENDICE.....	114

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

GLOSSARIO

(A): Aeroplane.

AAIU (Ireland): Air Accident Investigation Unit, Autorità investigativa irlandese per la sicurezza dell'aviazione civile.

AAL: Above Aerodrome Level, al di sopra del livello di aeroporto.

ACC: Area Control Centre o Area Control, Centro di controllo regionale o Controllo di regione.

ADIRS: Air Data Inertial Reference System.

ADIRU: Air Data Inertial Reference Unit.

AFDS: Autopilot Flight Director System.

AGL: Above Ground Level, al di sopra del livello del suolo.

AIP: Aeronautical Information Publication, Pubblicazione di informazioni aeronautiche.

ALD: Actual Landing Distance.

ALS: Approach Lighting System, sistema luminoso di avvicinamento.

AM: Aeronautica militare italiana.

AMSL: Above Mean Sea Level, al di sopra del livello medio del mare.

ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.

AOA: Angle of Attack, angolo di attacco.

AOC: Air Operator Certificate, certificato di operatore aereo (COA).

A/P: AutoPilot, autopilota.

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

ARP: Airport Reference Point.

ASDA: Accelerate-Stop Distance Available, distanza disponibile per accelerazione-arresto.

A/T: Autothrottle, automanetta.

ATC: Air Traffic Control, controllo del traffico aereo.

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

ATS: Air Traffic Services, servizi del traffico aereo.

AW: Acoustic Warning, avvisatore acustico di allarme.

BCU: Bird Control Unit, unità di controllo volatili.

BEA: Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation civile, Autorità investigativa francese per la sicurezza dell'aviazione civile.

BIRDTAM: Bird To Air Man, NOTAM relativo all'avifauna.

BRIEFING: descrizione preventiva di manovre o procedure.

CAS: Computed Air Speed.

CAT I, CAT II, CAT III: categorie di avvicinamento strumentale.

CAVOK: Ceiling and Visibility OK, visibilità, nubi e tempo presente migliori dei valori o delle condizioni prescritti.

CDP: High Pressure Compressor Discharge Pressure.

CDS: Common Display System.

CHECK LIST (scritto anche **CHECKLIST**): lista dei controlli.

COCKPIT: cabina di pilotaggio.

CPL: Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale.

CPT: Captain, comandante.

CRM: Crew Resource Management, si definisce come l'uso efficace, da parte dell'equipaggio di volo, di tutte le risorse disponibili, al fine di assicurare operazioni di volo efficienti ed in sicurezza.

CTA: controllore del traffico aereo.

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

DCA: Direzione circoscrizione aeroportuale.

DH: Decision Height, altezza di decisione.

DME: Distance Measuring Equipment, apparato misuratore di distanza.
DOC: documento.
DOT: misura della deviazione rispetto ad un sentiero di discesa o rotta.
DU: Display Unit.
EASA: European Aviation Safety Agency, Agenzia europea per la sicurezza aerea.
EEC: Electronic Engine Control, controllo elettronico del motore.
EFIS: Electronic Flight Instrument System, sistema di strumentazione integrata di bordo di tipo elettronico.
EGT: Exhaust Gas Temperature, temperatura dei gas di scarico dei motori.
ENAC: Ente nazionale per l'aviazione civile.
ENAV SPA: Società nazionale per l'assistenza al volo.
FAA: Federal Aviation Administration, Autorità dell'aviazione civile statunitense.
FADEC: Full Authority Digital Engine Control, sistema automatico di controllo dei parametri e prestazioni di un motore aeronautico.
F/C: Flight Cycle, cicli di funzionamento.
FCOM: Flight Crew Operating Manual.
FCTM: Flight Crew Training Manual.
FD: Flight Director.
FDMAS: Flight Data Management Automated System.
FDR: Flight Data Recorder, registratore analogico di dati di volo.
F/H: Flight Hours, ore di volo.
FI: Flight Instructor, istruttore di volo.
FL: Flight Level, livello di volo.
FMA: Flight Mode Annunciator.
FMC: Flight Management Computer.
FMS: Flight Management System.
FO: First Officer, primo ufficiale (copilota).
FPL: Flight Plan, piano di volo.
FT: Foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
GND: Ground, suolo.
GPWS: Ground Proximity Warning System, sistema di avviso di prossimità al terreno.
G/S: Glide Slope (o **GP**, Glide Path), sentiero di discesa (componente del sistema ILS).
GS: Ground Speed, velocità al suolo.
HPA: Hectopascal, unità di misura della pressione pari a circa un millesimo di atmosfera.
HPC: High Pressure Compressor, compressore di alta pressione.
IAS: Indicated Air Speed, velocità indicata rispetto all'aria.
IATA: International Air Transport Association.
ICAO/OACI: International Civil Aviation Organization, Organizzazione dell'aviazione civile internazionale.
IDLE: posizione delle leve che comandano la potenza dei motori corrispondente al minimo regime.
IFR: Instrument Flight Rules, regole del volo strumentale.
ILS: Instrument Landing System, sistema di atterraggio strumentale.
IR: Instrument Rating, abilitazione al volo strumentale.
ISA: International Standard Atmosphere.
JAA: Joint Aviation Authorities.
KT: Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.
LDA: Landing Distance Available, distanza disponibile per l'atterraggio.
LE: Leading Edge.
LOC: Localizer, localizzatore (componente del sistema ILS).
MCT: Max Continuous Thrust, spinta massima continua.
MDA: Minimum Descent Altitude.

MEP: Multi Engine Piston, abilitazione per pilotare aeromobili plurimotori con motore alternativo.
METAR: Aviation routine weather report, messaggio di osservazione meteorologica di routine.
MHZ: Megahertz.
MSA: Minimum Sector Altitude, altitudine minima di settore.
MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.
ND: Navigation Display.
NDB: Non-Directional radio Beacon, radiofaro adirezionale.
NM: Nautical Miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).
NNC: Non Normal Checklist.
NOTAM: Notice To Air Men, avvisi per il personale interessato alle operazioni di volo.
NTSB: National Transportation Safety Board, Autorità investigativa statunitense per la sicurezza dei trasporti.
OCA: Obstacle Clearance Altitude.
OCH: Obstacle Clearance Height.
OM: Operations (o Operating) Manual.
OM: Outer Marker, marker esterno.
PA: Public Address, sistema di comunicazione ai passeggeri.
PAPI: Precision Approach Path Indicator, indicatore ottico di pendenza per avvicinamenti di precisione.
PF: Pilot Flying, pilota che aziona i comandi.
PFD: Primary Flight Display, schermo principale dati di volo.
PM: Pilot Monitoring, detto anche, in alternativa, PNF.
P/N: Part Number.
PNF: Pilot Not Flying, pilota che assiste il PF.
QNH: regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto.
RA: Radio Altimeter (o Radar Altimeter), radio altimetro.
RLD: Required Landing Distance.
RPM: giri al minuto.
RWY: Runway, pista.
SEP: Single Engine Piston, abilitazione per pilotare aeromobili monomotore con motore alternativo.
SITUATIONAL AWARENESS: si definisce come tale la percezione degli elementi ambientali in un determinato intervallo di spazio e di tempo, la comprensione del loro significato e la proiezione del loro stato nell'immediato futuro.
SMS: Safety Management System.
SMYD: Stall Management Yaw Damper.
S/N: Serial Number.
SOC: Sicurezza operativa e controllo voli.
SOGLIA della pista (THR): l'inizio della parte di pista utilizzabile per l'atterraggio.
SOP: Standard Operating Procedures.
SRGC: Safety Recommendation of Global Concern.
SRUR: Safety Recommendation of Union-wide Relevance.
STAR: Standard Instrument Arrival, arrivo strumentale standard.
SV: Synthetic Voice, avviso audio con voce sintetica.
T/B/T: comunicazioni radio terra-bordo-terra.
TE: Trailing Edge.
TESTATA: termine per identificare la parte iniziale di una pista.
THR: Threshold, vedi "soglia" della pista.
TODA: Take-Off Distance Available, distanza disponibile per il decollo.
TO/GA o TOGA: Take Off/Go Around.
TORA: Take-Off Run Available, corsa disponibile per il decollo.

T/R: Thrust Reverse, inversore di spinta.
TRI: Type Rating Instructor, istruttore per l'abilitazione per tipo.
TWR: Aerodrome Control Tower, Torre di controllo dell'aeroporto.
TWY: Taxiway, via di circolazione o di rullaggio.
UOC: Ufficio operazioni correnti.
UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
VFR: Visual Flight Rules, regole del volo a vista.
VHF: Very High Frequency (from 30 to 300 MHz), altissima frequenza (da 30 a 300 MHz).
VMC: Visual Meteorological Conditions, condizioni meteorologiche di volo a vista.
VNL: limitazione apposta sul certificato medico: l'interessato deve disporre di occhiali correttivi per la visione da vicino e portare un paio di occhiali di riserva.
VOR: VHF Omnidirectional radio Range, radiosentiero omnidirezionale in VHF.
VREF: Velocity of Reference, velocità di riferimento per l'atterraggio.
VS: Vertical Speed, velocità verticale.
VVF: Vigili del fuoco.
WOW: Weight on Wheel, peso dell'aeromobile sul carrello.

PREMESSA

L'incidente è occorso il 10 novembre 2008, alle ore 06.56' (07.56' locali), sull'aeroporto di Roma Ciampino ed ha interessato l'aeromobile tipo B737-8AS marche di identificazione EI-DYG.

Il giorno 10 novembre 2008, alle ore 05.30', l'aeromobile Boeing 737-8AS marche EI-DYG decollava dall'aeroporto di Frankfurt Hahn (EDFH) diretto a quello di Roma Ciampino (LIRA), con a bordo 166 passeggeri e 6 membri di equipaggio.

In fase di avvicinamento all'aeroporto di destinazione, in cortissimo finale, collideva con un folto stormo di storni.

All'avvistamento degli uccelli, l'equipaggio interrompeva la procedura di atterraggio ed impostava una manovra di *go-around* (riattaccata), ma entrambi i motori non erogavano la spinta necessaria alla manovra; l'aeromobile, conseguentemente, perdeva rapidamente velocità e quota ed impattava pesantemente la pista. Nella corsa al suolo il carrello principale sinistro si distaccava dai propri ancoraggi e la parte inferiore della gondola del motore sinistro veniva a contatto con la pista.

L'aeromobile proseguiva la sua corsa al suolo fino al completo arresto, avvenuto all'altezza della testata RWY 33.

I 6 membri di equipaggio e i 166 passeggeri effettuavano l'evacuazione dell'aeromobile senza ulteriori inconvenienti.

L'ANSV è stata informata dell'incidente immediatamente dopo l'evento dall'ENAV SpA ed ha effettuato il sopralluogo operativo sul luogo dell'incidente il giorno stesso dell'evento con un proprio team di investigatori.

L'ANSV ha provveduto ad inviare la notifica dell'evento in questione, in accordo alla normativa internazionale in materia (Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale), ai seguenti soggetti: ICAO, NTSB, BEA, AAIU.

NTSB, BEA e AAIU hanno provveduto ad accreditare propri rappresentanti nell'inchiesta condotta dall'ANSV.

Il significativo ritardo nella pubblicazione della presente relazione è purtroppo riconducibile, da un lato, alla cessazione dal servizio dei vari investigatori, che, nel tempo, si sono avvicinati nel ruolo di investigatori incaricati (cioè di coordinatori dell'inchiesta), dall'altro, alla nota forte criticità di organico in cui versa l'area investigativa dell'ANSV.

Tutti gli orari riportati nella presente relazione d'inchiesta, se non diversamente specificato, sono espressi in **ora UTC** (*Universal Time Coordinated*, orario universale coordinato), che, alla data dell'evento, corrispondeva all'ora locale meno 1h.

CAPITOLO I

INFORMAZIONI SUI FATTI

1. GENERALITÀ

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

1.1. STORIA DEL VOLO

Il giorno 10 novembre 2008, alle ore 05.30', l'aeromobile Boeing 737-8AS marche EI-DYG, nominativo radio RYR41CH, decollava dall'aeroporto di Frankfurt Hahn (EDFH) diretto a quello di Roma Ciampino (LIRA), con a bordo 166 passeggeri e 6 membri di equipaggio.

Il volo si svolgeva senza alcun evento di rilievo fino alla fase di avvicinamento all'aeroporto di destinazione.

L'aeromobile stabiliva il primo contatto radio con la TWR di Ciampino, comunicando di essere a 9 NM dalla pista e stabilizzato sull'ILS per RWY 15.

L'aeromobile, regolarmente autorizzato e configurato, proseguiva per l'atterraggio, allorquando, in cortissimo finale, collideva con un folto stormo di volatili (successivamente identificati in storni).

L'equipaggio interrompeva la procedura di atterraggio, impostando una manovra di *go-around* (riattaccata).

Con entrambi i motori che non erogavano la spinta necessaria ed un assetto di volo impostato per la salita, l'aeromobile perdeva rapidamente velocità e quota, impattando pesantemente la pista in prossimità della via di rullaggio "AC".

Dopo il primo contatto con la pista, avvenuto con il carrello principale regolarmente esteso e con la parte inferiore della sezione di coda della fusoliera, il carrello principale sinistro, durante la corsa di atterraggio, si distaccava dai propri ancoraggi e la parte inferiore della gondola del motore sinistro veniva a contatto con la pista.

L'aeromobile si arrestava in prossimità della testata RWY 33.

I mezzi antincendio raggiungevano immediatamente l'aeromobile e i Vigili del fuoco provvedevano a spargere schiuma estinguente intorno allo stesso, in particolare nella zona in cui la gondola del motore era venuta a contatto con la pista.

Successivamente, il comandante disponeva lo sbarco dei passeggeri e dell'equipaggio attraverso una autoscala dalla porta anteriore destra, a cui si aggiungeva, successivamente, l'attivazione e uso dello scivolo della porta posteriore destra.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

Lesioni	Equipaggio	Passeggeri	Totale persone a bordo	Altri
Mortali				
Gravi				
Lievi	2	6	8	
Nessuna	4	160	164	
Totali	6	166	172	

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

Il carrello principale sinistro risultava divelto dai propri ancoraggi, con la gamba di forza dello stesso che fuoriusciva dal dorso della semiala sinistra.

La gondola del motore sinistro risultava a contatto con la sua parte inferiore con la pista, i pannelli (porte) del *thrust reverse* in posizione aperta.

La parte inferiore della fusoliera, nelle sezioni di coda, presentava evidenti segni di strisciamento e deformazione della struttura dovuti al contatto con la pista.

Erano inoltre presenti ondulazioni da deformazione della struttura del pavimento della cabina passeggeri.

Sul radome e sulla parte anteriore della fusoliera, bordo di attacco delle semiali, ventre dei flap, gondole motori e carrelli, sono stati individuati non meno di 86 punti di impatto con volatili.

Sulle palette statoriche e rotoriche dei *fan* motori risultavano visibili consistenti e numerosi residui organici e piume di uccelli.

1.4. ALTRI DANNI

Sei passeggeri e due membri di equipaggio hanno accusato dolori alla schiena successivamente allo sbarco dall'aeromobile e, dopo essere stati visitati presso il "Pronto Soccorso Aeroporti di Roma" sull'aeroporto di Ciampino, venivano trasferiti, con ambulanza, presso centri ospedalieri per ulteriori accertamenti.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

Comandante

Generalità:	maschio, 44 anni di età, nazionalità belga.
Licenza:	ATPL (A) in corso di validità.
Abilitazioni in esercizio:	B737 300-900, FI (A), TRI (A), TMG, SEP (<i>land</i>).
Autorizzazioni:	TRI (A) B737 300-900.
Altre abilitazioni:	radiotelefonìa in lingua inglese.
Controlli periodici:	B737 300-900 effettuato il 10.7.2008.
Controllo medico:	certificato medico di classe prima in corso di validità, con limitazione VNL.

Esperienza di volo del comandante: il pilota era impiegato, in qualità di comandante, presso l'operatore aereo esercente l'aeromobile coinvolto nell'incidente, da circa 3 anni. In precedenza era stato impiegato da altro operatore sulla stesso tipo di aeromobile B737, acquisendo familiarità anche con l'aeroporto di Roma Ciampino. Il comandante era in possesso della qualifica TRI su aeromobili tipo B737 300-900, sebbene non avesse incarichi istruzionali presso l'operatore coinvolto nell'evento. Alla data dell'incidente egli aveva totalizzato un'attività di volo pari a 9883h, di cui 6045h effettuate su aeromobili tipo B737. Il volo oggetto dell'incidente era, per il comandante, il primo della giornata. Il comandante era al suo secondo giorno di servizio: egli aveva, infatti, preso servizio il giorno precedente dopo aver fruito di un periodo di riposo di 5 giorni.

Primo ufficiale

Generalità:	maschio, 23 anni di età, nazionalità olandese.
Licenza:	CPL (A) in corso di validità.
Abilitazioni in esercizio:	B737 300-900, SEP (<i>land</i>), MEP (<i>land</i>), ME IR (SPA), ME IR (MPA).
Altre abilitazioni:	radiotelefonìa in lingua inglese.
Controlli periodici:	B737 300-900 effettuato il 26.10.2008.
Controllo medico:	certificato medico di classe prima in corso di validità.

Esperienza di volo del primo ufficiale: il pilota era impiegato, in qualità di primo ufficiale, presso l'operatore aereo esercente l'aeromobile coinvolto nell'incidente, da circa 6 mesi

(maggio 2008). Il pilota aveva conseguito la licenza di pilota commerciale di velivolo in data 3 aprile 2008 ed aveva sostenuto l'esame teorico per il conseguimento della licenza di pilota di linea di velivolo presso uno Stato membro JAA. Il pilota aveva successivamente conseguito l'abilitazione al pilotaggio di aeromobili tipo B737 300-900 in data 24 aprile 2008, ovvero circa 7 mesi prima dell'incidente. Alla data dell'incidente egli aveva totalizzato un'attività di volo pari a 600h, di cui circa 400h effettuate su aeromobili tipo B737.

Nel corso dell'investigazione è emerso che il volo oggetto dell'incidente era, per il primo ufficiale, il primo della giornata.

Il primo ufficiale era al suo terzo giorno di servizio dopo aver fruito di un periodo di riposo.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

L'aeromobile B737-800AS (AS individua il nome dell'operatore) è costruito dalla Boeing Company ed è un velivolo adibito al trasporto commerciale, ad ala bassa dotata di *winglet*, con struttura prevalentemente metallica e carrello tricycle retrattile; il velivolo è equipaggiato con due motori turbofan CFM56-7B26/3.

Le sue dimensioni sono riportate nelle due figure successive; la MTOM è pari a 74.990 kg.

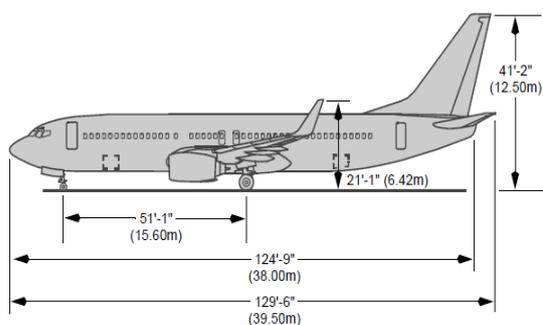


Figura 1: dimensioni longitudinali.

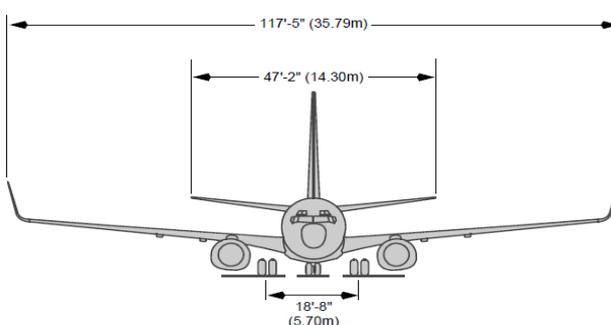


Figura 2: B737-800, dimensioni frontali e verticali.

1.6.2. Informazioni specifiche

Aeromobile

Costruttore:	Boeing Company, Seattle (USA).
Modello:	737-8AS.
Numero di costruzione:	33639.
Anno di costruzione:	2008.
Marche di naz. e immatricolazione:	EI-DYG.

Certificato di immatricolazione: Irish Aviation Authority, n. 4959 del 25 marzo 2008.
 Esercente: Ryanair Limited.
 Certificato di navigabilità: Irish Aviation Authority, n. 2328, 25 marzo 2008.
 Revisione certificato di navigabilità: Irish Aviation Authority, ARC n. 2328, scadenza 24 marzo 2009.
 Ore totali cellula: 2419 F/H.
 Cicli totali: 1498 F/C.
 Ore da ultima ispezione: 152 F/H 100 F/C (*check C*, 27 ottobre 2008).
 Conformità documentazione tecnica a normativa/direttive vigenti: sì.

Motori

Costruttore: CFM.
 Modello: CFM56-7B26/3.

Posizione motore	S/N	Anno di costruzione	Data di installazione	Ore totali (TSN)	Ore da ultima revisione (TSO)	Ore da ultima manutenzione progr.ta	Ore da ultima manutenzione non progr.ta
1	896379		Marzo 2008	2419h	2419h		
2	896387		Marzo 2008	2419h	2419h		

1.6.3. Informazioni supplementari

Sistemi disponibili a bordo

Il B737-8AS è un velivolo dotato di strumentazione EFIS. Il CDS fornisce le informazioni all'equipaggio per il tramite di sei unità DU costituite da pannelli a schermo piatto e cristalli liquidi. Le 4 unità poste di fronte ai piloti presentano il PFD e il ND. Le 2 unità poste centralmente rispetto ai piloti presentano le indicazioni primarie dei motori (unità superiore) e le indicazioni di motori e sistemi di bordo (unità inferiore).

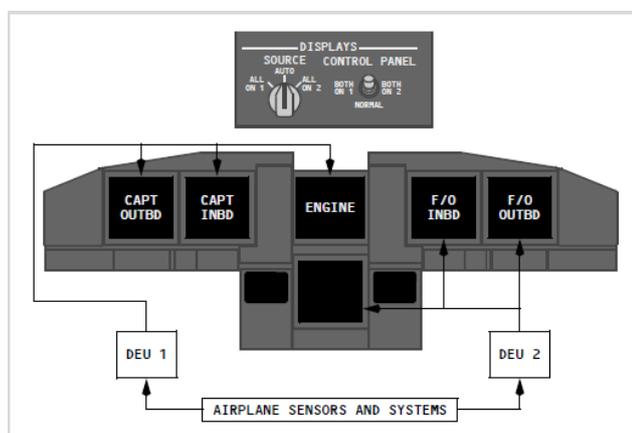


Figura 3: sei unità DU.

Il sistema di navigazione include: FMS, GPS (due ricevitori), ADIRS (due piattaforme indipendenti), sistema di radio navigazione (un ADF, due DME, due ILS, *marker beacon*, due VOR), *transponder* e *weather radar*.

Il FMS integrato permette il controllo centralizzato del sentiero di volo dell'aeromobile nonché dei parametri di prestazione. Il FMC è il cuore del sistema e svolge la computazione per la navigazione e per le prestazioni del velivolo, fornendo comandi di controllo e di guida. I comandi per la navigazione vengono inviati ad *autothrottle*, autopilota e *flight director*.

L'aeromobile è certificato per operazioni ILS in CAT II-III e con atterraggio automatico (*autoland*).

Go-Around mode

L'AFDS fornisce indicazioni per l'esecuzione del *go around* nella modalità "GO AROUND mode".

Tale modalità (GA) viene attivata tramite la pressione di uno dei due TO/GA *switch* posizionati sulle *throttle* (figura 4). Se entrambi gli *autopilot* sono disinseriti è disponibile la modalità F/D *go around manual*, alle seguenti condizioni:

- in volo sotto i 2000 piedi RA;
- in volo sopra i 2000 piedi RA, con flap non in posizione UP o G/S *captured*;
- non in T/O *mode*.

Alla prima pressione di uno dei due TO/GA *switch*:

- l'A/T (se armata) commuta in GA e aumenta la spinta al valore di N1 *reduced go around*, tale da generare 1000/2000 piedi/minuto di rateo di salita;
- l'A/T *engaged mode annunciation* sul FMA indica GA;
- l'AP (se inserito) si disinserisce;
- il *pitch mode* commuta in TO/GA e il *pitch engaged mode annunciation* sul FMA indica TO/GA;
- il F/D *pitch* comanda 15 gradi *nose up* fino al raggiungimento del rateo di salita programmato, poi comanda la velocità da raggiungere per ogni selezione dei flap con riferimento al MAX T/O *weight*;
- il F/D *roll* comanda la *ground track* dell'avvicinamento al momento dell'attivazione;
- il *command airspeed cursor* si posiziona alla *target airspeed* per la posizione dei flap contingente.

Alla seconda pressione di uno dei due TO/GA *switch* (se l'A/T è inserita e dopo che l'A/T ha raggiunto la *reduced go around thrust*):

- l'A/T avanza al limite di N1 di *full go-around* N1.

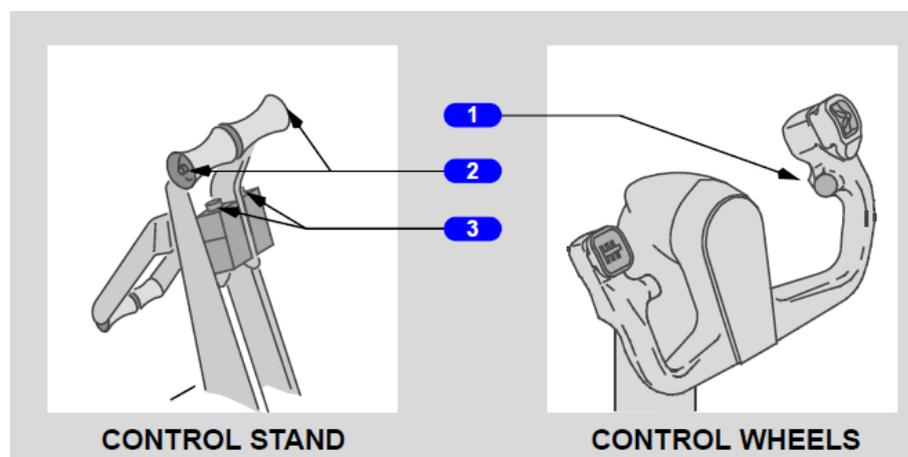


Figura 4: *go-around button*.

Sistema flap

Si riporta, di seguito, una breve descrizione del sistema flap estratta dal Boeing 737-8AS FCOM, vol. 2.

«**Flaps and Slats.** The flaps and slats are high lift devices that increase wing lift and decrease stall speed during takeoff, low speed maneuvering and landing. LE devices consist of four flaps and eight slats: two flaps inboard and four slats outboard of each engine. Slats extend to form a sealed or slotted leading edge depending on the TE flap setting. The TE devices consist of double slotted flaps inboard and outboard of each engine. [omissis].

TE flap positions 1–15 provide increased lift; positions 15–40 provide increased lift and drag. Flap positions 30 and 40 are normal landing flap positions.

To prevent excessive structural loads from increased Mach at higher altitude, flap extension above 20,000 feet should not be attempted.

Flap and Slat Sequencing. LE devices and TE flaps are normally extended and retracted by hydraulic power from system B. When the FLAP lever is in the UP detent, all flaps and LE devices are commanded to the retracted or up position. Moving the FLAP lever aft allows selection of flap detent positions 1, 2, 5, 10, 15, 25, 30 or 40. The LE devices deployment is sequenced as a function of TE flaps deployment.

When the FLAP lever is moved from the UP position to the 1, 2, or 5 position, the TE flaps extend to the commanded position and the LE:

- flaps extend to the full extended position and
- slats extend to the extend position.

When the FLAP lever is moved beyond the 5 position the TE flaps extend to the commanded position and the LE:

- flaps remain at the full extended position and
- slats extend to the full extended position.

The LE devices sequence is reversed upon retraction.

Mechanical gates hinder inadvertent FLAP lever movement beyond flaps 1 for one engine inoperative go-around and flaps 15 for normal go-around.».



Foto 1: leva comando flap.

Sistema Stall Warning System

Si riporta, di seguito, una breve descrizione del sistema *Stall Warning System*, estratta dal Boeing 737-8AS FCOM, vol. 2.

«Natural stall warning (buffet) usually occurs at a speed prior to stall. In some configurations the margin between stall and natural stall warning is less than desired. Therefore, an artificial stall warning device, a stick shaker, is used to provide the required warning.

The stall warning “stick shaker” consists of two eccentric weight motors, one on each control column. They are designed to alert the pilots before a stall develops. The warning is given by vibrating both control columns. The system is armed in flight at all times. The system is deactivated on the ground.

Two independent, identical stall management yaw damper (SMYD) computers determine when stall warning is required based upon:

- alpha vane angle of attack outputs
- ADIRU outputs
- anti-ice controls
- wing configurations

- air/ground sensing
- thrust
- FMC outputs.

The SMYD computers provide outputs for all stall warning to include stick shaker and signals to the pitch limit indicator and airspeed displays and the GPWS windshear detection and alert.».

Sistema automatico di avviso raggiungimento DH/MDA

Si riporta, di seguito un estratto del Boeing 737-8AS FCOM, vol. 2, relativo a DH/MDA *Callouts*.

«The GPWS provides height callouts based on the altitude set by the Captain’s Minimums selector.

Callouts are based on radio altitude when the MINS selector is set to RADIO.

Callouts are based on barometric altitude when the MINS selector is set to BARO:

- DH/MDA plus 100 feet – PLUS HUNDRED
- at DH/MDA – MINIMUMS.».

Advisory Information: Normal configuration landing distance

Il QRH del B737, nella sezione relativa alle *Performance In flight*, riporta una tabella, che è di ausilio (“Advisory Information”) per determinare la *Landing Distance* in differenti condizioni (tabella 1).

ADVISORY INFORMATION

Normal Configuration Landing Distances
Flaps 40
Dry Runway

BRAKING CONFIGURATION	LANDING DISTANCE AND ADJUSTMENT (M)											
	REF DIST	WT ADJ	ALT ADJ	WIND ADJ PER 10 KTS		SLOPE ADJ PER 1%		TEMP ADJ PER 10°C		VREF ADJ	REVERSE THRUST ADJ	
	60000 KG LANDING WEIGHT	PER 5000 KG ABOVE/BELOW 60000 KG	PER 1000 FT ABOVE SEA LEVEL	HEAD WIND	TAIL WIND	DOWN HILL	UP HILL	ABV ISA	BLW ISA	PER 10 KTS ABOVE VREF40	ONE REV	NO REV
MAX MANUAL	860	55/-45	15/25	-30	110	10	-10	15	-15	65	15	30
MAX AUTO	1070	60/-55	20/30	-40	135	5	-5	25	-25	95	0	0
AUTOBRAKE 3	1485	100/-95	35/50	-65	225	5	-5	40	-40	160	0	0
AUTOBRAKE 2	1910	140/-135	55/70	-90	315	25	-30	50	-50	175	35	35
AUTOBRAKE 1	2115	165/-160	65/85	-105	370	50	-60	60	-60	160	155	205

■ Reference distance is for sea level, standard day, no wind or slope, VREF40 approach speed and two engine detent reverse thrust.
 Max manual braking data valid for auto speedbrakes. Autobrake data valid for both auto and manual speedbrakes.
 For max manual braking and manual speedbrakes, increase reference landing distance by 55 m.
 Distances for GOOD, MEDIUM, and POOR are increased by 15%.
 Includes distance from 50 ft above threshold (305 m of air distance).
 *For landing distance at or below 8000 ft pressure altitude, apply the STD adjustment. For altitudes higher than 8000 ft, first apply the STD adjustment to derive a new reference landing distance for 8000 ft then apply the HIGH adjustment to this new reference distance.

Tabella 1: configurazioni e correzioni per la *landing distance*.

Considerando la massa dell'aeromobile all'atterraggio di 61.100 kg, una componente di vento in coda di 5 nodi, una velocità di $V_{ref}+10$ nodi, una temperatura di circa 10 °C al di sotto della ISA, *dry runway*, *max manual braking*, impiego dei T/R ed una altezza sulla *threshold* di 100 piedi (50 piedi al di sopra del *glide path* previsto), la *Landing Distance* risulta pari a circa 1341 m.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Dai bollettini meteorologici in vigore al momento dell'incidente non sono state rilevate particolari anomalie o criticità riferibili alle condizioni meteorologiche in atto al momento dell'incidente. Esse, infatti, erano caratterizzate da assenza di nubi e visibilità superiore ai 10 chilometri (CAVOK), vento calmo, una temperatura di 7 °C e QNH pari a 1029 hPa.

Metar/Speci

```
— 100855 METAR LIRA 100845Z 02004KT CAVOK 10/08 Q1029=  
— 100825 METAR LIRA 100815Z 02002KT CAVOK 08/07 Q1029=  
— 100755 METAR LIRA 100745Z 02003KT CAVOK 07/06 Q1029=  
— 100725 METAR LIRA 100715Z 02002KT CAVOK 07/06 Q1029=  
— 100655 METAR LIRA 100645Z 06004KT CAVOK 07/06 Q1029=  
— 100624 METAR LIRA 100615Z 06004KT CAVOK 07/06 Q1029=  
— 100554 METAR LIRA 100545Z 05003KT CAVOK 07/06 Q1028=  
— 100525 METAR LIRA 100515Z 05004KT CAVOK 08/07 Q1028=
```

L'orario locale corrispondeva all'orario UTC + 1 ora e l'evento si è verificato in condizioni diurne. Il sole è sorto alle ore 5.53'14".

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

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

1.8.1. Aiuti alla navigazione aerea e all'atterraggio

L'aeroporto di Ciampino dispone delle seguenti radioassistenze:

- VOR/DME ROM 110.80 MHz/CH45X;
- ILS LOC RWY15 CIA 109.90 MHz;
- GP 333.80 MHz;
- NDB Urbe URB 285.00 KHz.

L'aeroporto di Ciampino, per RWY 15, è dotato di luci di avvicinamento di tipo ALS CAT I; dispone di PAPI posto sul lato destro della pista con angolo di discesa pari a 3°.

La pista strumentale (ILS) è la RWY 15. La procedura effettuata nel volo dell'incidente è la ILS-Z RWY 15 (CAT I). Le minime della procedura per la categoria "C" sono le seguenti: 720 piedi OCA, corrispondenti a 379 piedi OCH. La THR è posta a 341 piedi AMSL.

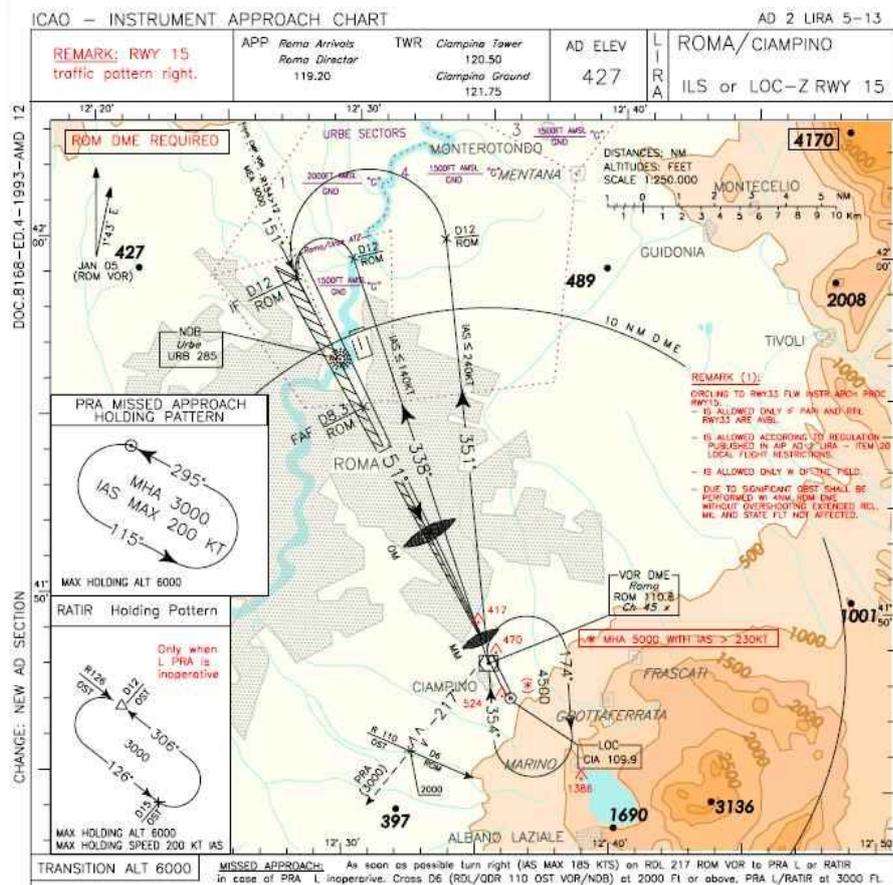


Figura 5: LIRA ILS-Z RWY15.

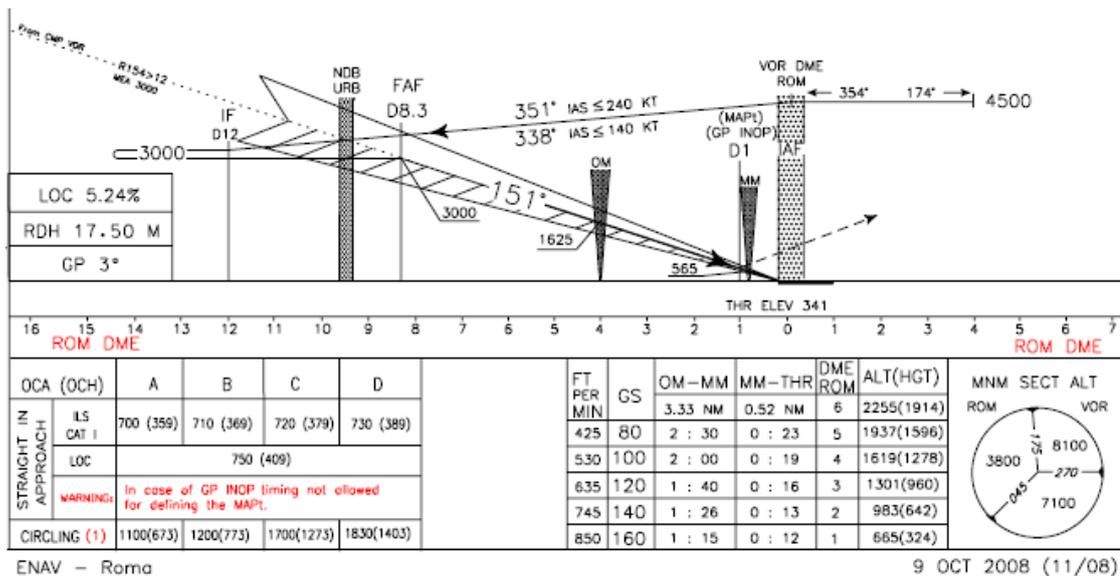


Figura 6: LIRA ILS Z RWY 15 glideslope.

1.9. COMUNICAZIONI

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

Il volo con nominativo radio RYR41CH aveva mantenuto regolari comunicazioni radio con i vari enti ATS sotto la cui responsabilità era progressivamente transitato.

Alla data dell'evento, il servizio di controllo di avvicinamento era gestito, come tutt'ora, dal settore Arrivi di Roma ACC (complesso di più unità di controllo configurabili in relazione alla situazione di traffico) di ENAV SpA; nella circostanza, l'unità di controllo particolare che aveva la responsabilità di ultimo ente ATS per la gestione del volo in questione prima del suo transito alla competenza della TWR di Ciampino (gestita dall'Aeronautica militare), era l'unità denominata TN EAST, frequenza 127,950 MHz.

I sistemi di comunicazione T/B/T e telefonici gestiti da ENAV SpA sono risultati sincronizzati con il sistema di registrazione dei dati radar e con la comune base dei tempi aggiornata automaticamente all'orario UTC.

I sistemi di comunicazione T/B/T e telefonici gestiti dall'Aeronautica militare e asserviti alla TWR disponevano di un aggiornamento manuale all'orario UTC: ciò determinava un disallineamento temporale di circa 17 secondi in anticipo con la base dei tempi dei sistemi di ENAV SpA.

La sincronizzazione fra le due basi dei tempi è stata quindi realizzata attraverso la comparazione dei diversi tempi a cui si riferiscono comuni comunicazioni telefoniche fra la TWR e l'APP, estrapolati e trascritti con riferimento agli orari dei due diversi sistemi di comunicazione. La base dei tempi utilizzata per la presente relazione è quella risultante dall'elaborazione dei dati scaricati dal FDR dell'aeromobile, che è risultata disallineata per eccesso di un valore minimo di circa 3 secondi con la base dei tempi dei sistemi di comunicazione e radar di ENAV SpA.

Pertanto gli orari delle trascrizioni delle comunicazioni T/B/T e telefoniche di seguito riportate recano orari di riferimento normalizzati ai tempi del FDR.

1.9.1. Servizio mobile

Il volo RYR41CH effettuava un avvicinamento regolare all'aeroporto di Ciampino attraverso l'autorizzazione alla procedura ILS Z RWY 15 rilasciata dal settore Arrivi (unità TN EAST); l'ultima comunicazione T/B/T che il CTA intratteneva con l'equipaggio dell'aeromobile si articolava fra le 06.52'28" e le 06.52'36" e conteneva la richiesta di

conferma della stabilizzazione dell'aeromobile sull'ILS RWY 15, a cui seguivano l'informazione della posizione e l'istruzione al trasferimento di contatto radio con il successivo ente ATS, ovvero la TWR di Ciampino (frequenza 120,500 MHz).

ACC: «Ryanair 41CH confirm established?».

RYR41CH: «Affirmative.».

ACC: «41CH position URBE, number one, TOWER 1205, buon giorno.».

RYR41CH: «1205.».

RYR41CH stabiliva il primo contatto radio con Ciampino TWR alle 06.52'47", confermando di essere completamente stabilizzato sull'ILS per la RWY 15 e fornendo la propria distanza secondo le indicazioni del VOR DME Roma (ROM); seguiva l'autorizzazione della TWR all'atterraggio.

RYR41CH: «Ciampino buon giorno, Ryanair 41CH fully established ILS 15, distance nine miles.».

TWR: «Ryanair 41CH Ciampino buon giorno to you, number one approaching field on ILS Z, CAVOK, temperature seven, QNH 1029, the wind is calm and you are cleared to land runway one five.».

RYR41CH: «Cleared to land one five, Ryanair 41CH, thank you.».

Circa 1 ora e ½ prima che ciò avvenisse, ai fini dell'evento trattato assumevano comunque particolare rilevanza i due scambi di comunicazioni radio che la TWR intratteneva con il personale preposto al controllo volatili (BCU) del gestore aeroportuale sulla frequenza UHF 417,750 MHz.

Il primo scambio di comunicazioni avveniva alle 05.21'15".

BCU: «Ciampino Torre da bird control.».

TWR: «Avanti.».

BCU: «Buon giorno Torre, inizio l'ispezione come da programma, interessando l'area di manovra esclusa la pista.».

TWR: «Buon giorno, riporta liberato.».

BCU: «Ricevuto.».

Alle 05.55'26", a ispezione completata, avveniva il secondo scambio di comunicazioni.

BCU: «Ciampino Torre da bird control.».

TWR: «Avanti.».

BCU: «Terminata l'ispezione, riporto l'area libera.».

TWR: «Ricevuto, grazie.».

Alle 06.56'10" avveniva il primo contatto dell'aeromobile con il terreno, appena ad Ovest della RWY, all'altezza della TWY "AC", con la dinamica già descritta; il velivolo si arrestava completamente, dopo aver strisciato sulla pista, in prossimità della testata RWY 33, 25 secondi dopo.

In concomitanza con l'arresto dell'aeromobile in pista, la TWR, dopo aver comunque attivato via telefono l'allertamento dei mezzi di soccorso subito dopo aver acquisito evidenza degli effetti dell'impatto con lo stormo di uccelli ed osservato il primo contatto con il suolo da parte dell'aeromobile, effettuava una chiamata generale a tutti i veicoli potenzialmente in ascolto sulla frequenza UHF 417,750 MHz:

TWR: «Per tutti i mezzi, per tutti i mezzi, incidente Boeing 738 fine pista.».

Con l'aeromobile arrestato nella posizione descritta, alle 06.56'48" si svolgeva l'ultima comunicazione T/B/T fra l'equipaggio dell'aeromobile e la TWR, nella quale lo stesso equipaggio rappresentava di avere un problema e di dover mantenere occupata la pista: «RYR41CH is... Is maintaining... On runway, MAYDAY.».

Facendo seguito a quest'ultima comunicazione, la TWR rassicurava l'equipaggio circa l'allertamento dei soccorsi e l'arrivo dei mezzi.

1.9.2. Servizio fisso

Di seguito viene riportato il formato originale del messaggio FPL, come estrapolato da FDMAS di ENAV SpA, compilato per il volo RYR41CH, con prevista partenza dall'aeroporto di Frankfurt Hahn (EDFH) alle 05.30' e previsto arrivo all'aeroporto di Roma Ciampino (LIRA) dopo un'ora e trenta minuti, integrato con l'indicazione della velocità, del livello di volo e della rotta richiesta.

```

*** ENAV S.p.A. ***
** FLIGHT DATA MANAGEMENT AUTOMATED SYSTEM **
** NATIONAL FLIGHT INQUIRY **
20/11/08
14:12:12

Flight Eobt Dep Arr Act Tas Lev Fr Rebuilt Route Org Typ
RYR41CH 0530 EDFH LIRA B738 460 370 IS UN850 UM727 UL995 A F

Aftn Message
ZCZC IDX8704 091800
FF LIIRZEZX LIMMZQZX LIRAZPZX LIRRZQZX
091801 EBBDZMFF
(FPL-RYR41CH-IS
-B738/M-SRWY/S
-EDFH0530
-N0460F370 RUDUS5S RUDUS Z738 NOKDI Y163 NATO UN850 ODINA UM727
AMTEL UL995 BOL.
-LIRA0130
-OPR/RYR DOF/081110 ORGN/RPL)
NNNN
```

Come anticipato nel paragrafo precedente, con l'aeromobile che stava ancora decelerando in pista, la TWR attivava la sirena d'allarme e dava seguito alla procedura di emergenza con l'avviso a tutti gli operatori previsti, primi fra tutti i servizi di emergenza sanitaria del gestore, quelli dell'autorità militare ed i Vigili del Fuoco, con cui venivano stabiliti i primi contatti telefonici, rispettivamente, alle 06.56'16", alle 06.56'25" e alle 06.56'26".

1.9.3. Trascrizione delle comunicazioni

La trascrizione delle comunicazioni T/B/T e telefoniche è riportata nei due precedenti sottoparagrafi.

1.9.4. Movimenti registrati in arrivo e in partenza aeroporto di Ciampino e servizio ATC

Il 10 novembre 2008, prima dell'incidente occorso all'aeromobile operante il volo RYR41CH, erano stati registrati già 16 movimenti in arrivo e partenza all'aeroporto di Ciampino, di cui 8 prima e durante l'ispezione sopra riportata da parte della BCU e 8 dopo che tale ispezione era stata completata: in nessun caso venivano registrate anomalie nell'attività operativa connesse con l'eventuale presenza di uccelli.

Gli 8 movimenti registrati dopo l'ispezione da parte della BCU si dividevano in 5 partenze e 3 arrivi.

Alle 06.45' avveniva l'avvicendamento alla posizione TWR fra i due CTA: lo smontante dal turno notturno ed il montante del turno del mattino.

Non veniva registrata alcuna condizione eccezionale rispetto alla routine operativa e la gestione regolare permetteva di registrare anche l'ordinaria verifica di funzionalità, con le organizzazioni preposte, dei sistemi di allertamento per le emergenze, che il CTA TWR montante esercitava attraverso 4 telefonate di preavviso intercorse fra le 06.46'37" e le 06.47'32".

L'ultimo movimento registrato prima dell'incidente si riferiva ad un Saab 340 (biturbo-elica), atterrato per RWY 15 poco prima di riportare, alle 06.52'06", sulla frequenza della GND, mentre liberava la pista dalla TWY AD, ovvero 41 secondi prima che RYR41CH effettuasse la sua prima chiamata sulla frequenza di Ciampino TWR.

La normativa internazionale (DOC ICAO 4444 "Air Traffic Management", a cui si ricollegano i *Manuali operativi* ATS in vigore) che sovrintende all'esercizio delle specifiche funzioni delle TWR prevede quanto segue:

«7.1.1.1 Aerodrome control towers shall issue information and clearances to aircraft under their control to achieve a safe, orderly and expeditious flow of air traffic on and in the vicinity of an aerodrome with the object of preventing collision(s) between:

- a) aircraft flying within the designated area of responsibility of the control tower, including the aerodrome traffic circuits;
- b) aircraft operating on the manoeuvring area;
- c) aircraft landing and taking off;
- d) aircraft and vehicles operating on the manoeuvring area;
- e) aircraft on the manoeuvring area and obstructions on that area.

7.1.1.2 Aerodrome controllers shall maintain a continuous watch on all flight operations on and in the vicinity of an aerodrome as well as vehicles and personnel on the manoeuvring area. Watch shall be maintained by visual observation, augmented in low visibility conditions by an ATS surveillance system when available. [omissis].»

La predetta normativa internazionale recita anche quanto segue:

«7.4.1.4.1 In the event the aerodrome controller, after a take-off clearance or a landing clearance has been issued, becomes aware of a runway incursion or the imminent occurrence thereof, or the existence of any obstruction on or in close proximity to the runway likely to impair the safety of an aircraft taking off or landing, appropriate action shall be taken as follows:

- a) cancel the take-off clearance for a departing aircraft;
- b) instruct a landing aircraft to execute a go-around or missed approach;
- c) in all cases inform the aircraft of the runway incursion or obstruction and its location in relation to the runway.

Note – Animals and flocks of birds may constitute an obstruction with regard to runway operations. In addition, an aborted take-off or a go-around executed after touchdown may expose the aeroplane to the risk of overrunning the runway. Moreover, a low altitude missed approach may expose the aeroplane to the risk of a tail strike. Pilots may, therefore, have to exercise their judgement in accordance with Annex 2, 2.4, concerning the authority of the pilot-in-command of an aircraft.».

1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

L'aeroporto di Roma Ciampino (IATA CIA, ICAO LIRA) è situato a Sud-Est di Roma, poco fuori del perimetro del Grande raccordo anulare, e ricade, in parte, nel territorio del Comune di Ciampino, in parte in quello del Comune di Roma.

Confina sul lato Nord con l'ippodromo di Capannelle, sul lato Est con l'abitato di Ciampino, sui lati Sud e Ovest con il parco dell'Appia Antica.

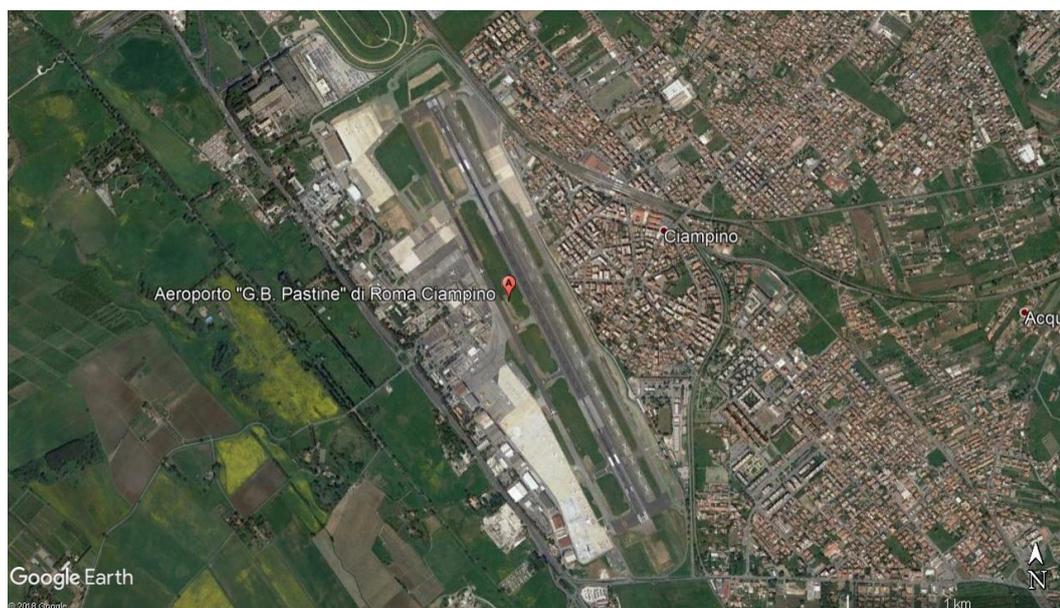


Foto 2: aeroporto di Ciampino (su supporto Google Earth).

L'aeroporto di Roma Ciampino, alla data dell'incidente, aveva lo *status* di “aeroporto militare aperto al traffico civile”. Dalla pubblicazione AIP Italia vigente alla data dell'incidente risultavano le seguenti caratteristiche:

- coordinate ARP: 41°47'58"N 012°35'50"E;
- direzione e distanza dalla città: SSE , 6,5 NM;
- traffico consentito: IFR e VFR;
- codice di riferimento Annesso I4 ICAO per infrastrutture di volo: 4E;
- categoria servizio antincendio aeroportuale: CAT 8 ICAO fornita dai VVF (il servizio antincendio militare interverrà in caso di emergenza secondo le disponibilità del momento, l'addestramento del personale ed i piani di intervento eventualmente sottoscritti a livello locale).

Pista, in conglomerato bituminoso, avente le seguenti caratteristiche:

- dimensioni in metri: 2207,5 x 47;
- TORA/TODA/ASDA/LDA RWY 15: 2207,5 m;
- designazione numerica: 15-33;
- orientamento magnetico: 151°-331°;
- elevazione testata pista 15: 341,4 piedi;
- elevazione testata pista 33: 427,2 piedi;
- *longitudinal slope*: +1,17%;

- dimensioni strip in metri: 2327,5 x 226.

La RWY preferenziale per decollo e atterraggio è la 15.

Relativamente all'aeroporto di Ciampino, l'AIP Italia, nella parte "informazioni aggiuntive", riportava esclusivamente la presenza di cornacchie grigie su tutto il sedime aeroportuale e durante tutto l'anno.

I NOTAM in vigore non riportavano alcun avviso relativo alla presenza di volatili sull'aeroporto di Ciampino.

Procedura di allontanamento volatili aeroporto di Ciampino

La normativa di interesse, alla data dell'incidente, si identificava principalmente con le seguenti fonti: circolare ENAC APT-01A del 30.5.2007, avente ad oggetto "Direttiva sulle procedure da adottare per la prevenzione dei rischi di impatto con volatili negli aeroporti"; il *Manuale di aeroporto*, ed. 2 maggio 2007, limitatamente, in particolare, alla sezione "MOV/11/Piano per la riduzione del rischio di impatto con volatili". In questa sede si richiama, altresì, per completezza metodologica, anche l'ordinanza n. 6/2003 del 24.6.2003 dell'ENAC-Circoscrizione aeroportuale Roma Ciampino, come integrata in data 5 agosto 2003, contenente, in allegato, la "Procedura per l'allontanamento dei volatili dalle aree di manovra dell'aeroporto di Roma-Ciampino", ancorché sia legittimo dubitare sulla vigenza della stessa, per lo meno di quelle parti disciplinate dalla normativa successiva in materia.

La circolare ENAC APT-01A (successivamente sostituita dalla circolare ENAC APT-01B del 23 dicembre 2011) preliminarmente evidenziava che, dal combinato disposto della normativa nazionale, si evinceva l'esistenza di un obbligo, in capo al gestore aeroportuale, di porre in essere le opportune azioni di contenimento per prevenire i rischi di impatto di aeromobili con volatili sugli aeroporti di competenza e per limitarne la gravità, sulla base di una valutazione del rischio.

La circolare in parola prevedeva che il gestore di un aeroporto aperto al traffico commerciale:

- riportasse all'ENAC ogni evento di *bird strike*;
- elaborasse e trasmettesse all'ENAC, con frequenza annuale, una statistica degli eventi di *bird strike*;
- predisponesse una ricerca di tipo naturalistico ambientale nei casi previsti.

Oggetto di segnalazione obbligatoria erano i seguenti eventi:

- impatto (o presunto impatto) accertato dal personale navigante;

- segnalazione di impatto (o presunto impatto) pervenuta agli operatori del servizio ATS;
- danno all'aeromobile segnalato dal personale addetto alla manutenzione come danno derivante da impatto con volatile;
- rinvenimento di carcasse di volatile o resti sulla pista o nell'area compresa entro 60 metri dalla *center line*;
- effetti sulla conduzione del volo (riattaccata, interruzione di decollo) dovuti alla presenza di volatili come manovra evasiva.

I “casi previsti” sopra menzionati, per cui era necessario predisporre la ricerca di tipo naturalistico ambientale, riguardavano la circostanza che nei 12 mesi precedenti si fosse verificato sull'aeroporto anche uno solo dei seguenti eventi:

- a) impatti di volatili con aeromobili di numero pari o superiore a 5 per 10.000 movimenti (entro il limite di quota di 300 piedi);
- b) impatto multiplo o ingestione di uccelli (entro il limite di quota di 300 piedi);
- c) impatto con volatili che avesse prodotto danni all'aeromobile (entro il limite di quota di 300 piedi);
- d) ripetute osservazioni di volatili che per numero e concentrazione fossero in grado di causare eventi di cui alle lettere b) e c).

Nel caso in cui la ricerca avesse evidenziato la sussistenza di un livello di rischio di *bird strike* “pericoloso” per il traffico aereo (la circolare non fornisce, però, una definizione di “pericoloso”), il gestore aeroportuale sarebbe stato obbligato a definire uno specifico Piano di prevenzione e controllo, tenendo conto delle linee guida allegate alla circolare APT-01A. Tale ricerca sarebbe stata inviata all'ENAC, che avrebbe poi comunicato eventuali commenti al gestore. Nel caso in cui l'ENAC avesse concordato con la sussistenza del livello di rischio di *bird strike* riportato nella ricerca, la società di gestione avrebbe dovuto provvedere alla predisposizione ed all'applicazione di uno specifico Piano di prevenzione e controllo. Tale Piano avrebbe dovuto essere successivamente inviato all'ENAC per la valutazione ed approvato da quest'ultimo nel contesto del processo di certificazione di aeroporto.

Dopo 12 mesi dall'attuazione delle misure previste dal piano, la società di gestione avrebbe dovuto predisporre un *risk assessment* basato sugli impatti del periodo considerato, comparati con quelli dello stesso periodo dei due anni precedenti, proponendo, nel caso in cui non fosse stata rilevata una diminuzione del numero e/o della gravità degli impatti, un adeguamento delle misure adottate; il Piano di prevenzione e controllo, così

congruente emendato, avrebbe dovuto essere ritrasmesso all'ENAC per la valutazione e l'approvazione.

Per dare esecuzione al piano di prevenzione e controllo, la circolare prevedeva la costituzione di una Bird Control Unit (BCU), la cui attività doveva essere definita nel Piano di prevenzione e controllo, in quanto non sarebbe dovuta intervenire solo nel momento dell'allontanamento, ma avrebbe dovuto esercitare un'azione continua di vigilanza sul sedime aeroportuale e di disturbo della fauna con modalità tali da indurla a considerare l'aeroporto luogo sgradevole e non sicuro.

L'organizzazione della BCU, in termini di dotazioni di organici e mezzi, avrebbe dovuto essere dimensionata in funzione delle caratteristiche dell'aeroporto.

Il punto 7 della circolare in esame prevedeva che la verifica della messa in atto, da parte del gestore aeroportuale, di quanto previsto dal Piano di prevenzione e controllo, fosse effettuata nell'ambito dell'attività ispettiva della competente Direzione aeroportuale dell'ENAC, dal momento che quanto indicato dalla circolare in questione costituiva un requisito per la certificazione dell'aeroporto e per il mantenimento della stessa.

Relativamente alle attività di *risk assessment* condotte dal gestore aeroportuale negli anni immediatamente precedenti a quello dell'evento, si riportano, in seguito, gli eventi ed i dati più significativi relativi al fenomeno di *bird strike*.

Nel 2003, un B737-400 aveva subito, in atterraggio a Ciampino, un impatto con uno stormo di storni, a pochi metri dal contatto con la pista: l'evento era stato preso in considerazione nelle analisi sull'avifauna condotte dal gestore aeroportuale.

La ricerca naturalistico-ambientale e l'attività di osservazione condotta dal gestore negli anni successivi, come descritto nella relazione annuale 2008 sulla situazione *bird strike*, evidenziava che, tra il 2004 ed il 2008 (fino alla data dell'incidente dell'EI-DYG), il numero di impatti rapportato al numero di movimenti variava tra 3,16 e 1,36 per 10.000 movimenti.

TREND OF NO. OF BIRDSTRIKES/10,000 MOVEMENTS OCCURRED AT ROME CIAMPINO
IN THE YEARS 2004-2008*

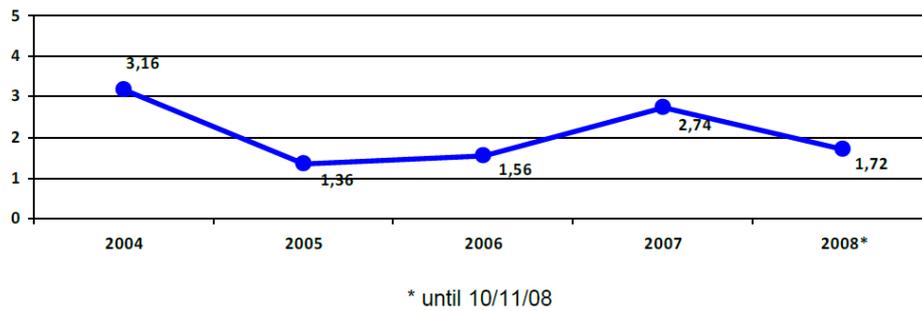


Figura 7: trend impatti volatile dal 2004 al 2008 (AdR, *Report on Birdstrike Situation at Ciampino "G.B. Pastine" Airport*, 19.11.2008).

In base ai dati relativi a tale attività, nel 2005, il gestore aveva provveduto all'abbattimento selettivo di 11 alberi di pino marittimo, che si trovavano in prossimità del terminal e delle aree di parcheggio.



Foto 3: abbattimento pini (aree in rosso).

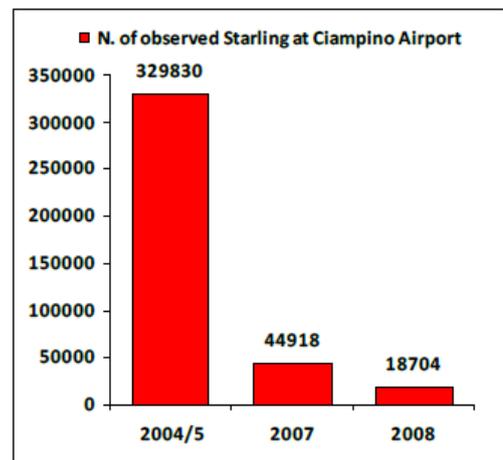


Figura 8: presenza storni 2004/2008.

Dallo studio pubblicato dal gestore aeroportuale subito dopo l'incidente (precisamente in data 19.11.2008) si evince che lo stesso gestore, nella definizione del rischio per la pianificazione di un adeguato sistema di allontanamento volatili, avesse tenuto in considerazione, oltre a quanto sopra, anche il fatto che, da una comparazione degli stessi periodi degli anni 2007 e 2008, la presenza di volatili (in particolare degli storni) sull'aeroporto di Ciampino fosse risultata in diminuzione di circa il 56%.

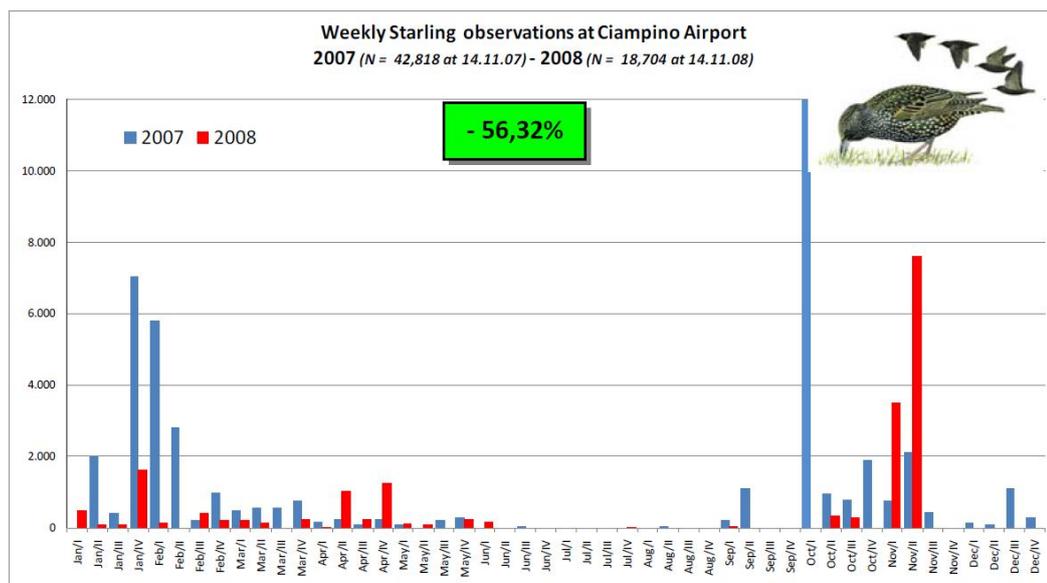


Figura 9: confronto settimanale presenza storni anni 2007-2008.

Su tali studi, osservazioni e conclusioni, il gestore realizzava conseguentemente un piano di allontanamento volatili, che veniva poi inserito nel *Manuale di aeroporto*.

Il *Manuale di aeroporto*, ed. 2 maggio 2007, vigente alla data dell'incidente, precisa, in premessa, che il suo scopo principale consiste nel definire come il gestore aeroportuale debba adempiere ai propri compiti al fine di garantire le condizioni di corretta gestione dell'aeroporto e di sicurezza delle operazioni.

In particolare, nell'ambito del *Manuale* in questione, la citata parte MOV/11 conteneva il Piano per la riduzione del rischio di impatto con volatili, del quale si riportano i seguenti punti salienti.

L'obiettivo del Piano in esame era di definire il flusso informativo nonché le responsabilità e le modalità operative per le attività di monitoraggio dell'avifauna, al fine di garantire la costante sorveglianza delle aree di volo ed evitare la presenza di volatili e quindi il rischio di *bird strike*.

I soggetti coinvolti nell'attività prevista dal Piano erano i seguenti: SOC Sicurezza operativa (BCU); SOC Controllo voli; ENAC; TWR Aeronautica militare; SMS; SEC Capo scalo di servizio Ciampino.

Le ispezioni dovevano essere effettuate dal personale della Sicurezza operativa, che, attraverso la BCU, effettuava il controllo e l'allontanamento volatili, secondo quanto prescritto nella circolare ENAC APT-01 (in altra parte dello stesso Piano il riferimento, però, è alla APT-01A), con orario di servizio H24.

Le ispezioni per la presenza dei volatili in area di movimento venivano effettuate con un veicolo equipaggiato con sistemi di allontanamento e sistema radio per garantire un costante contatto con la TWR.

La tipologia delle ispezioni poteva essere di tre tipi:

1. verifiche programmate (che, nel periodo invernale, interessavano i seguenti periodi: alba, ore 13.00' circa, tramonto);
2. verifiche su richiesta;
3. verifica a seguito segnalazione di presunto impatto.

I sistemi di allontanamento da utilizzare per l'allontanamento erano i seguenti: pistola a salve; megafono Scarecrow; segnali acustici montati su autovettura.

La procedura operativa prevedeva che venissero effettuate le ispezioni verificando la presenza dei volatili sulla pista di volo, sulle vie di rullaggio o nelle immediate vicinanze, riportando i dati di presenza/assenza di volatili sull'apposito modulo "Scheda ispezione volatili Ciampino". Nel caso in cui la presenza di volatili fosse stata rilevata, sarebbero stati utilizzati i dispositivi citati, in relazione alla loro ubicazione ed al tipo di volatili.

L'addetto avrebbe mantenuto il controllo della zona interessata, proseguendo le azioni fino alla completa bonifica/allontanamento, trascrivendo quindi i dati significativi (posizione, numero, tipologia volatili, mezzi di allontanamento impiegati) sull'apposito modulo ("Scheda ispezione volatili Ciampino") ed inviando lo stesso modulo alla Direzione aeroportuale.

In caso di persistenza di volatili nella zona interessata, l'addetto avrebbe richiesto il supporto di un'altra autovettura ed avrebbe comunicato la situazione al supervisore Sicurezza operativa, e, rilevata la situazione, avrebbe azionato i dispositivi di allontanamento più appropriati. Ad operazione completata avrebbe comunicato alla TWR l'avvenuto allontanamento dei volatili dall'infrastruttura di volo.

Al termine dell'ultima ispezione giornaliera, il supervisore Sicurezza operativa avrebbe inserito i dati di tutte le ispezioni nella scheda "Monitoraggio Presenza/Impatti volatili Ciampino". Nel caso in cui la presenza dei volatili fosse stata tale da compromettere la sicurezza delle operazioni e non fosse stato possibile garantirne l'allontanamento, il supervisore Sicurezza operativa avrebbe informato la TWR e il responsabile SOC e/o il tecnico Sicurezza operativa; questi ultimi avrebbero contattato il funzionario di reperibilità ENAC, ai fini di valutare le penalizzazioni delle infrastrutture di volo e per coordinare l'eventuale emissione di BIRDTAM. Ricevute le informazioni riguardanti le penalizzazioni, queste sarebbero state comunicate alla TWR.

In assenza del responsabile SOC e/o del tecnico Sicurezza operativa, l'addetto avrebbe dovuto contattare il capo scalo di servizio Ciampino, il quale si sarebbe attivato in accordo a quanto sopra.

Per le ispezioni richieste da TWR/Controllo voli, sia generiche sia per presunto impatto, l'addetto avrebbe dovuto procedere come per l'attività programmata, fornendo alla TWR tutte le informazioni necessarie.

In caso di impatto con ritrovamento dei resti del volatile/i, era prevista la compilazione sia della "Scheda ispezione volatili Ciampino", sia della scheda ENAC "Bird Strike Reporting Form", oltre alla verifica delle condizioni dell'aeromobile interessato, eseguendo, se necessario, riprese fotografiche e recuperando i resti del volatile per l'individuazione della specie.

Nel caso di non ritrovamento dei resti del volatile/i, era prevista la compilazione della "Scheda ispezione volatili Ciampino", specificando esito negativo.

Per quanto concerne l'ordinanza n. 6/2003 del 24.6.2003 dell'ENAC-Circoscrizione aeroportuale Roma Ciampino, sulla cui piena vigenza alla data dell'incidente è però legittimo dubitare (ancorché la stessa sia riportata tra i riferimenti normativi richiamati dal "MOV/11/Piano per la riduzione del rischio di impatto con volatili"), ci si limita ad osservare che la stessa, tra i soggetti tenuti a segnalare alla TWR il «solo "avvistamento"» di volatili, ne contemplava molteplici, tra cui, a titolo esemplificativo, anche i piloti, la Polizia, i Carabinieri, ecc.

Ispezioni programmate del giorno precedente a quello dell'incidente e del giorno dell'incidente

Le prime due ispezioni programmate (alba e ore 13.00') del giorno prima dell'incidente non rilevavano alcuna presenza di volatili.

La sera del giorno precedente l'incidente aveva avuto luogo un'ispezione programmata (tramonto) con orario di inizio 16.25' e orario di fine 17.00', che aveva rilevato la presenza di un numero di circa 1000 storni, posati sull'erba, che interessava i settori C2B e C3A e di 300 storni posati sull'erba nei settori C1B e C1A.

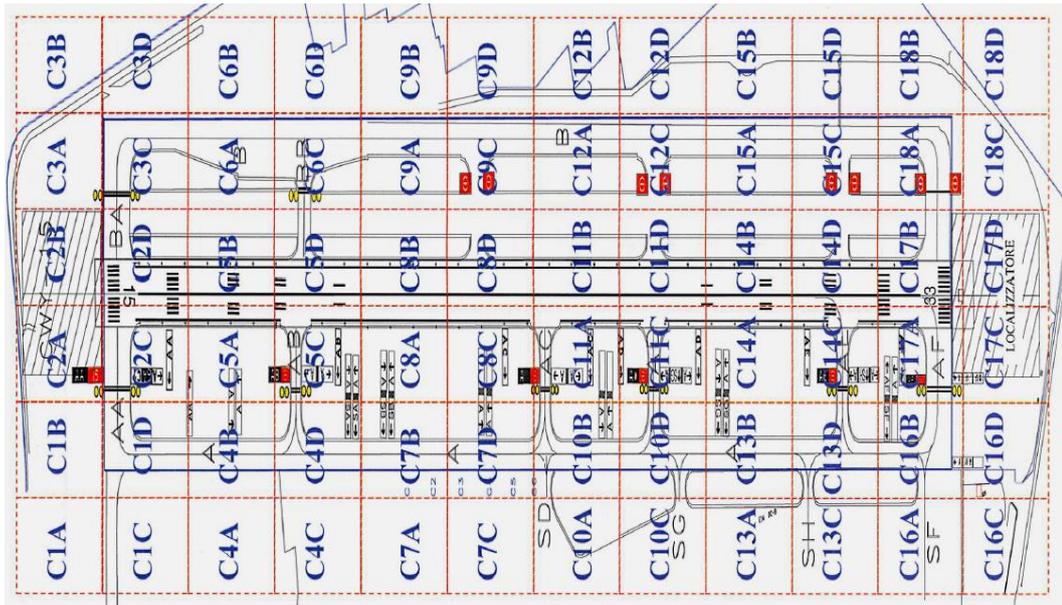


Figura 10: griglia di ispezione avifauna.

La BCU allontanava i volatili mediante 35 colpi complessivi di pistola a salve. Non venivano rinvenute in tale circostanza carcasse di volatili.

La mattina dell'incidente era stata effettuata l'ispezione di tipo programmato, con inizio della stessa alle ore 06.20' LT (05.20' UTC) e termine alle ore 06.55' LT (05.55' UTC).

Questi orari sono stati rilevati dalla scheda di ispezione e sono coerenti con gli orari associati alle comunicazioni radio intercorse fra BCU e TWR.

Nel corso dell'ispezione non veniva riscontrata la presenza di volatili.

Come da comunicazioni intercorse tra la TWR e la BCU alle ore 05.21'15" e riportate precedentemente, quest'ultima aveva eseguito l'ispezione di cui sopra sull'area di manovra senza interessare la pista.

Procedure di allontanamento volatili attualmente in uso a Ciampino

Alla data della predisposizione della presente relazione le procedure per l'allontanamento dei volatili sono quelle contenute nel vigente *Manuale di aeroporto*, sezione "MOV/11/Piano per la riduzione del rischio di impatto con volatili ed animali selvatici", aggiornamento del 26.6.2018.

Il Piano attuale è molto diverso e decisamente più esteso ed approfondito rispetto a quello in vigore alla data dell'incidente, contenendo ora anche misure finalizzate ad assicurare la costante sorveglianza delle aree di volo per evitare la presenza di volatili e quindi il rischio di *bird strike*. Tra l'altro, prevede la formazione specifica di base e ricorrente per il

personale addetto all'allontanamento dei volatili, azioni di controllo del territorio circostante con il coinvolgimento anche di altri soggetti istituzionali degli enti locali dei Comuni limitrofi, il controllo e la bonifica del sedime aeroportuale da rifiuti organici che possano costituire fonte attrattiva per la fauna selvatica, ecc.

Anche per quanto concerne le ispezioni si registrano delle novità rispetto al passato.

In particolare, relativamente alle ispezioni programmate, è precisato che «Nel periodo di presenza di storni, solitamente collocato nel periodo tra settembre e metà marzo, l'ispezione inizia: 15 minuti prima dell'orario di effemeridi (alba) del giorno con presenza continua fino a due ore dopo. Le verifiche continuano durante l'arco della giornata con cadenza oraria. L'ultima ispezione inizia due ore prima delle effemeridi (tramonto) del giorno con presenza continua fino a 15 minuti dopo. Terminato il periodo di concentrazione degli storni, l'ispezione inizia [omissis]».

Da segnalare, infine, anche il notevole incremento di dotazioni tecnologiche della BCU.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

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

1.11.1. Generalità

L'aeromobile aveva a bordo due registratori di volo:

- il FDR P/N 980-4700-042 (SN 4415);
- il CVR P/N 980-622-001 (SN 120-10231).

Entrambi i registratori sono con tecnologia a memorie solide.

1.11.2. Stato di rinvenimento

Entrambi i registratori sono stati rimossi da bordo dell'aeromobile il giorno stesso dell'incidente e trasportati presso i laboratori ANSV, in apparente perfetto stato.

Lo scarico dei dati e delle tracce audio è stato effettuato senza inconvenienti di sorta, presso gli stessi laboratori il giorno dell'incidente. Allo scopo di procedere alla decodifica dei dati FDR scaricati, è stato richiesto alla Boeing il *dataframe layout* applicabile, pervenuto all'ANSV in formato .ffd.

1.11.3. Dati scaricati

La sincronizzazione fra i dati di volo e le tracce audio è stata effettuata prendendo come riferimento l'attivazione di parametri discreti FDR, a cui corrisponde un segnale audio chiaramente identificabile nelle registrazioni CVR. Nello specifico, sono stati utilizzati segnali discreti che si attivano in momenti diversi dall'impatto con i volatili.

I dati registrati dal FDR e riferiti alla *pressure altitude* sono stati registrati avendo come riferimento il valore di 1013 hPa.

Il valore di QNH per l'aeroporto di Ciampino al momento dell'incidente era pari a 1029 hPa, valore selezionato dall'equipaggio sull'altimetro di bordo.

La differenza di 16 hPa fra QNH di riferimento e reale comporta una differenza di circa 432 piedi.

I dati GPS registrati dal FDR sono stati validati prendendo a riferimento punti noti al suolo, nello specifico il punto di iniziale contatto al suolo e quello di arresto del velivolo sulla testata RWY 33.

Operazioni a terra, decollo, crociera, discesa fino a disinserimento automatismi

L'aeromobile ha iniziato il rullaggio alle ore 05.22' ed è decollato dall'aeroporto di Frankfurt Hahn per RWY 21 alle ore 05.31'28". La massa al decollo era di 64.700 kg. Il livellamento a FL370 ha avuto luogo alle 05.49'00".

La discesa ha avuto inizio alle 06.20'50", lasciando FL370 per FL330. L'aeromobile ha raggiunto FL330 alle 06.24'54", mantenendo tale livello fino alle 06.28'12", quando ha iniziato una discesa continua fino alla fase di avvicinamento.

Si notano, nel corso della discesa e prima della fase di avvicinamento, due riduzioni di velocità: la prima a 250 nodi passando FL200 alle 06.40'52" e la seconda a 220 nodi alle 06.48'06" passando FL90. Nel corso della discesa l'equipaggio, a partire dalle 06.43'06", attraversando la quota di 16.800 piedi, ha disinserito, nell'ordine, *autothrottle*, autopilota e *flight director*, ed ha iniziato, dalle 06.43'08", a condurre manualmente l'aeroplano come indicato dalla commutazione dei valori *autopilot*, FD e *autothrottle*. Questi automatismi rimarranno disinseriti fino al termine del volo.

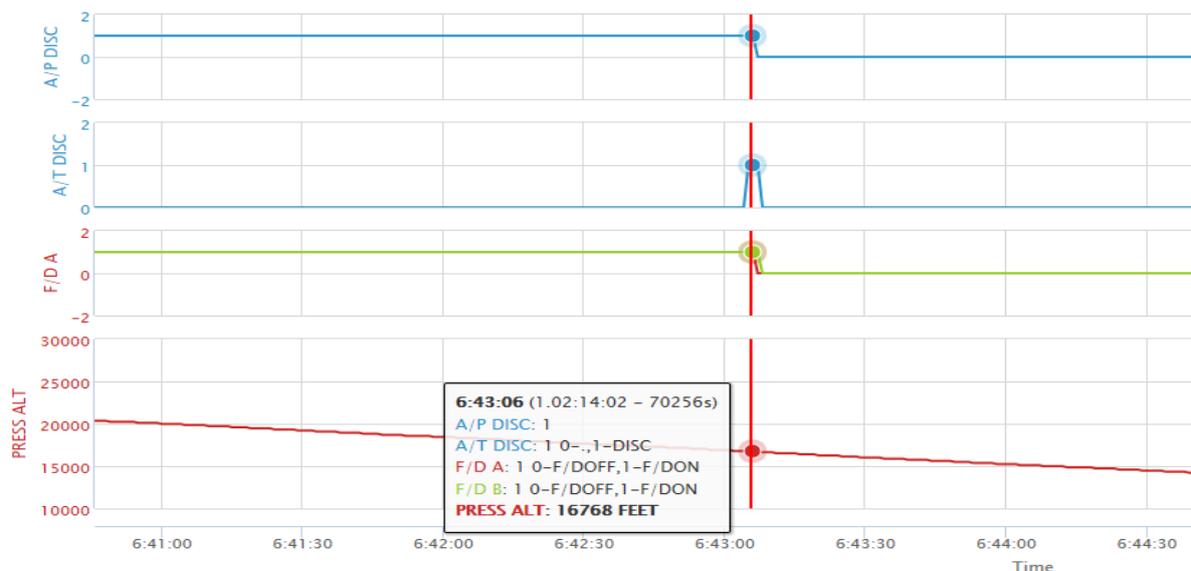


Figura 11: disinserimento *autopilot*, FD e *autothrottle*.

Dal disinserimento degli automatismi all'avvicinamento, fino al momento prima dell'acquisizione visiva dei volatili

In fase di avvicinamento si evidenziano le seguenti posizioni di configurazione del velivolo (tempo e quota riferiti al raggiungimento della posizione):

Evento	Orario UTC	Pressure alt. (1013hPa)	Baroalt (1029hPa)	Radioalt
LG down	06.50'13"	5760 ft	6192 ft	6070 ft
flap a 1	06.51'16"	3840 ft	4272 ft	4295 ft
flap a 5°	06.51'40"	3399 ft	3831 ft	3857 ft
flap a 15°	06.54'28"	1024 ft	1456 ft	1405 ft
flap a 30°	06.54'56"	640 ft	1072 ft	912 ft
flap a 40°	06.55'02"	512 ft	944 ft	836 ft

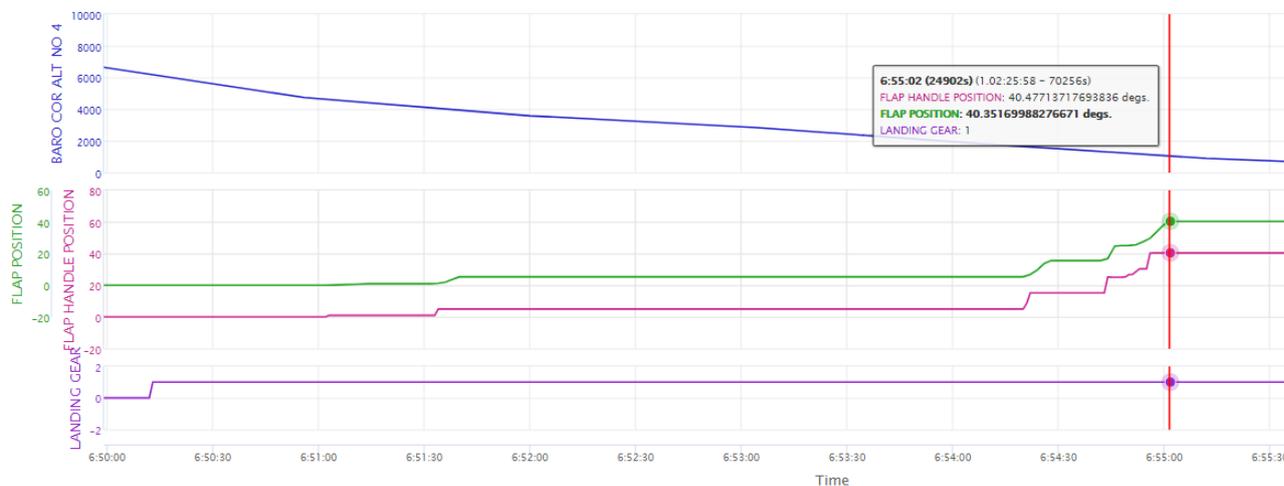


Figura 12: sequenza configurazione velivolo fino alla selezione dei flap a 40°.

Alle 06.52'20" ha avuto inizio l'intercettazione del localizzatore a circa 11 NM dall'aeroporto, ad una quota di 3266 piedi (*pressure altitude* di 2834 piedi), impostando una virata a sinistra e lasciando la prua di intercettazione 195° per stabilizzarsi sul prolungamento pista all'incirca alle 10 NM. L'intercettazione del sentiero di discesa ha avuto luogo alle 06.53'05", con il velivolo stabilizzato sul localizzatore e ad una distanza dall'aeroporto di circa 8,5 NM; il velivolo ha intercettato il localizzatore e il *glide* in configurazione flap a 5° e carrello esteso.



Figura 13: intercettazione localizzatore.

Come evidenziato nel plottaggio che segue, il mantenimento del localizzatore ha evidenziato una instabilità a partire dalle 06.54'00", ad una quota radalt di 1882 piedi.

Alla distanza dell'aeromobile di circa 6 NM dal campo, ha avuto inizio infatti un progressivo scostamento a destra rispetto al prolungamento dell'asse pista, fino alla distanza di 3 NM circa, distanza alla quale è stata effettuata la correzione che ha riportato il velivolo sul localizzatore a circa 1 NM dal campo.

Il sentiero di discesa ha avuto un andamento variometrico costante, come evidenziato dal profilo radalt rispetto al sentiero *glide* ideale. La CAS, nei 40 secondi finali dell'avvicinamento, è rimasta superiore alla Vref di 136 nodi di alcuni nodi (valore massimo di circa 13 nodi al momento dell'applicazione del TO/GA).

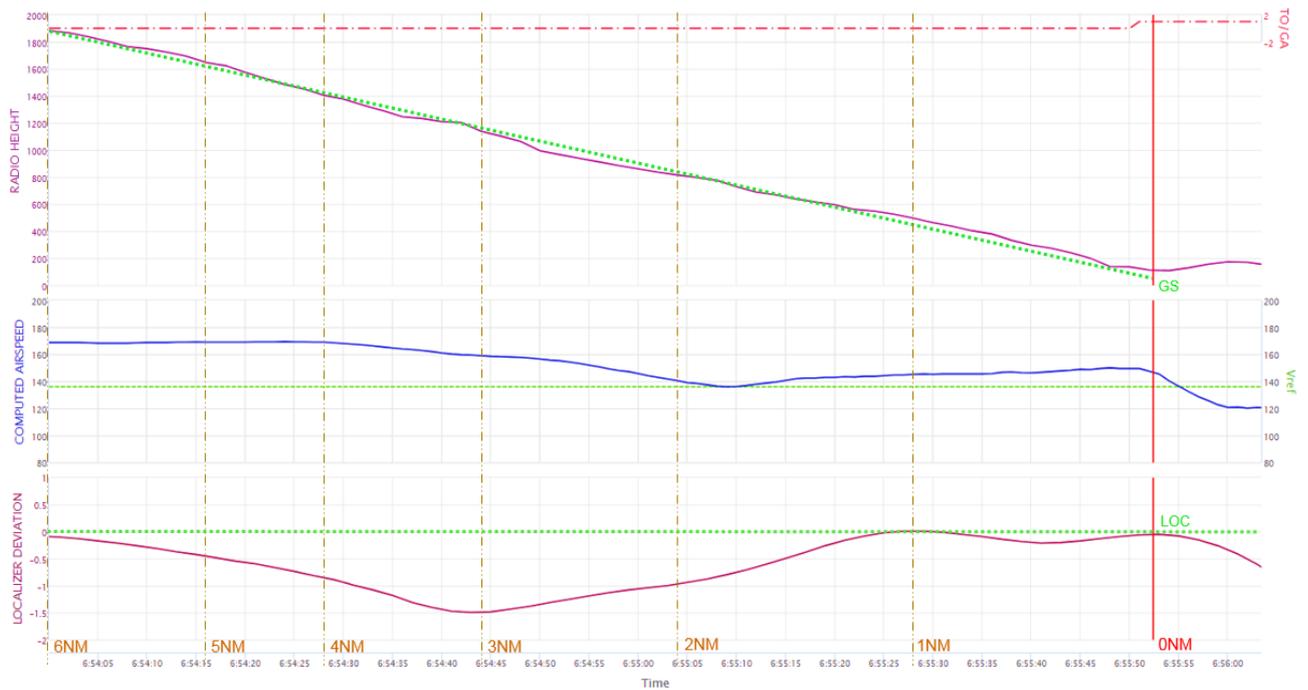


Figura 14: scostamenti GS, LOC e Vref.

Alle minime, raggiunte a 06.55'30" (pressure altitude 256 piedi, ad una *baroalt* coerente con le minime di procedura, pari a 720 piedi), il velivolo si è presentato correttamente configurato per l'atterraggio (carrello esteso e bloccato, flap a 40°) e condotto manualmente, con autopilota, *flight director* e *autothrottle* disinseriti. Risultava inoltre stabile sul localizzatore, 0,7 DOT al di sopra del sentiero di discesa, con una CAS di 145 nodi, una VS di 688 piedi/minuto, N1 ENG1 a 65,75% RPM e N1 ENG2 a 66,5% RPM.

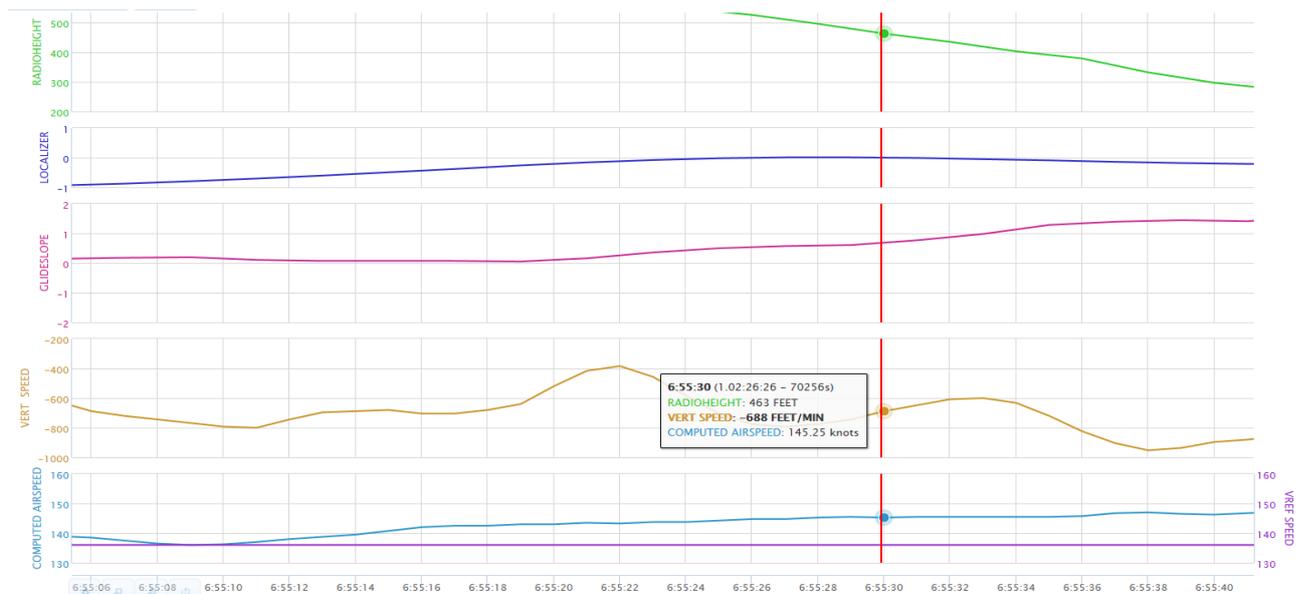


Figura 15: raggiungimento minime ILS Z RWY 15.

Alle minime di procedura (06.55'30"), come illustrato nella figura seguente, il vento risultava provenire da 034° con una intensità di 8,5 nodi. Il valore della *groundspeed* era pari a 149 nodi, ovvero 3,75 nodi superiore al valore di velocità indicata (145,25 nodi). Il valore massimo di vento registrato nel corso dell'avvicinamento ILS è stato di intensità pari a 9,5 nodi, con provenienza da 012° alle 06.54'54"; l'aeromobile si trovava a circa 1000 piedi radalt, la velocità indicata era di 153,2 nodi, mentre la GS era di 161,5 nodi.

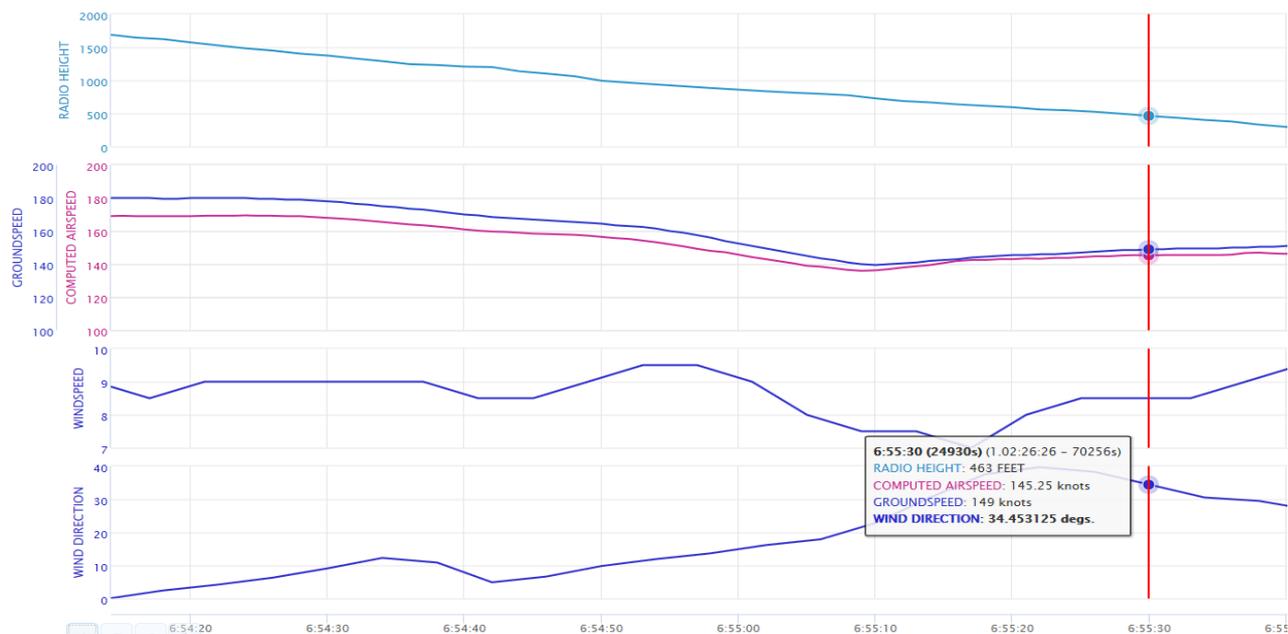


Figura 16: intensità e direzione del vento alle minime di procedura.

Dalla acquisizione visiva dei volatili all'impatto con il suolo

Dalle 06.55'49" si è registrata una riduzione dell'angolo di discesa e della velocità verticale, la quale è passata da -752 piedi/minuto a -391 piedi/minuto alle 06.55'51", istante in cui si è registrata l'applicazione del comando TO/GA.

Nel dettaglio, alle 06.55'49" (in corrispondenza del secondo in cui il CVR ha registrato l'esclamazione del comandante «Ahi!» ripetuta circa 10 volte, come si vedrà, in seguito all'avvistamento dei volatili), l'aeromobile si trovava allineato sul localizzatore, ad una quota radalt di 136 piedi ed una CAS di 149,5 nodi, con i motori ai valori di 62% N1.

Alle 06.55'51" si è registrata, come detto, l'attivazione del *go around pushbutton* mediante la prima pressione del TO/GA *switch* seguita dalla seconda pressione dopo 3 secondi, alle 06.55'54" a comandare il *full go-around N1 limit*.

All'applicazione del TO/GA la velocità verticale ha subito una ulteriore e repentina riduzione e nella traiettoria di discesa dell'aeromobile si è registrato un lieve aumento della quota radalt (da 108 a 173 piedi), fino alle 06.56'01".

Dopo tale tempo l'aeromobile è tornato a scendere.

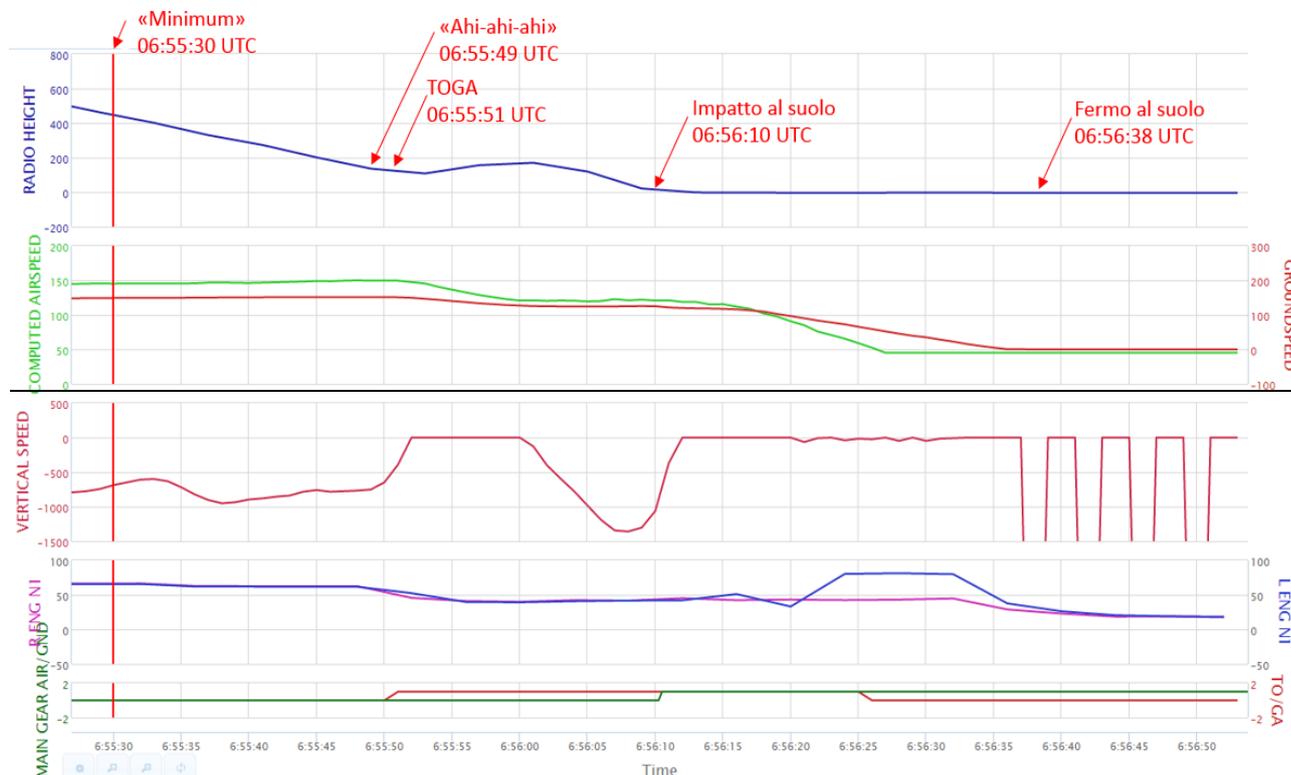


Figura 17: velocità e N1 motore dalle minime al contatto con il suolo.

Alle 06.55'56" è stata comandata la selezione dei flap, da 40° a 10°, posizione che è stata raggiunta alle 06.56'12", con il velivolo al suolo.

Dai dati del FDR si evince che il comandante abbia acquisito il controllo del velivolo alle 06.55'58", ovvero 7 secondi dopo l'attivazione del TO/GA.

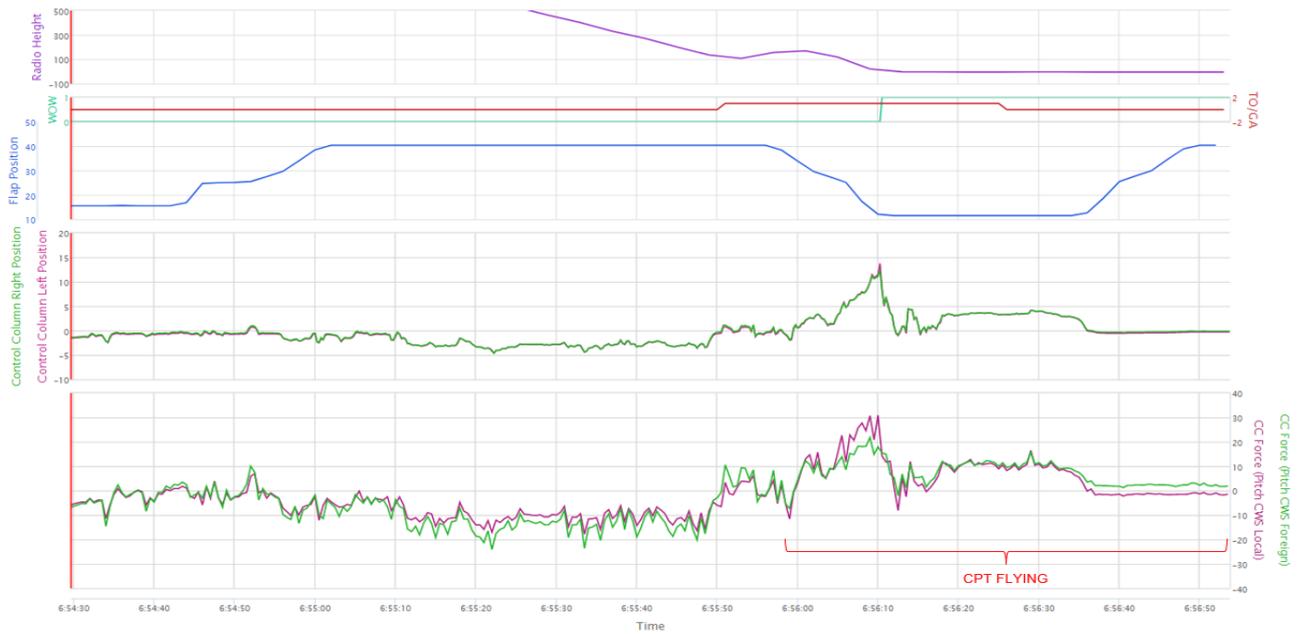


Figura 18: selezione dei flap ed acquisizione controllo comandi volo da parte del comandante.

Dal momento in cui è stata comandata la riattaccata, con conseguente variazione di assetto, la velocità ha registrato un progressivo decremento.

Alle 06.56'07", con una CAS di 122,75 nodi, si è registrata l'attivazione del *sink rate* ed alle 06.56'09" dello *stick shaker*, in corrispondenza della massima velocità verticale raggiunta dall'aeromobile, pari a -1360 piedi/minuto.

Alle ore 06.56'10", l'aeromobile ha toccato il suolo (commutazione del WOW) con assetto pari a *pitch* 10° e *roll* -6°, velocità indicata di 120,75 nodi, variometrica di -1064 piedi/minuto, accelerazione verticale di 2,66 g e laterale di -0,45 g.

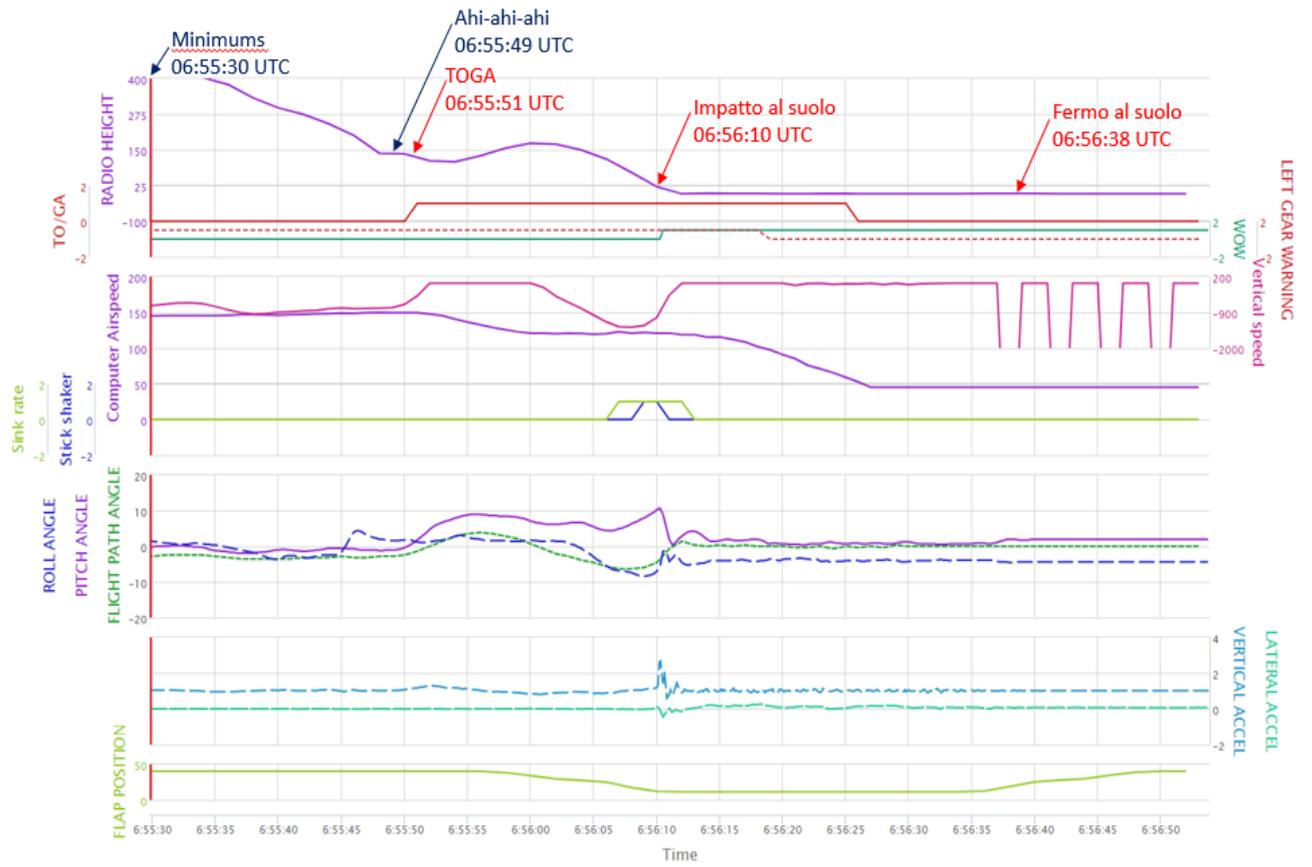


Figura 19: sink rate, dati aerodinamici ed accelerazioni all'impatto.



Figura 20: andamento glide e CAS alla selezione TO/GA.

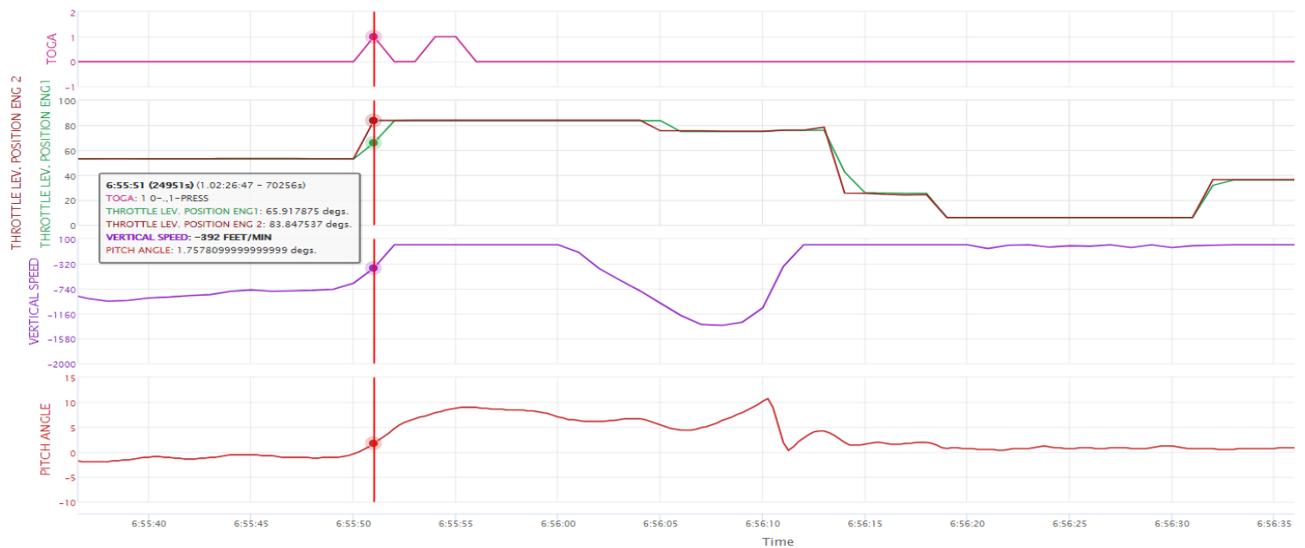


Figura 21: VS e *pitch angle* alla selezione TO/GA.

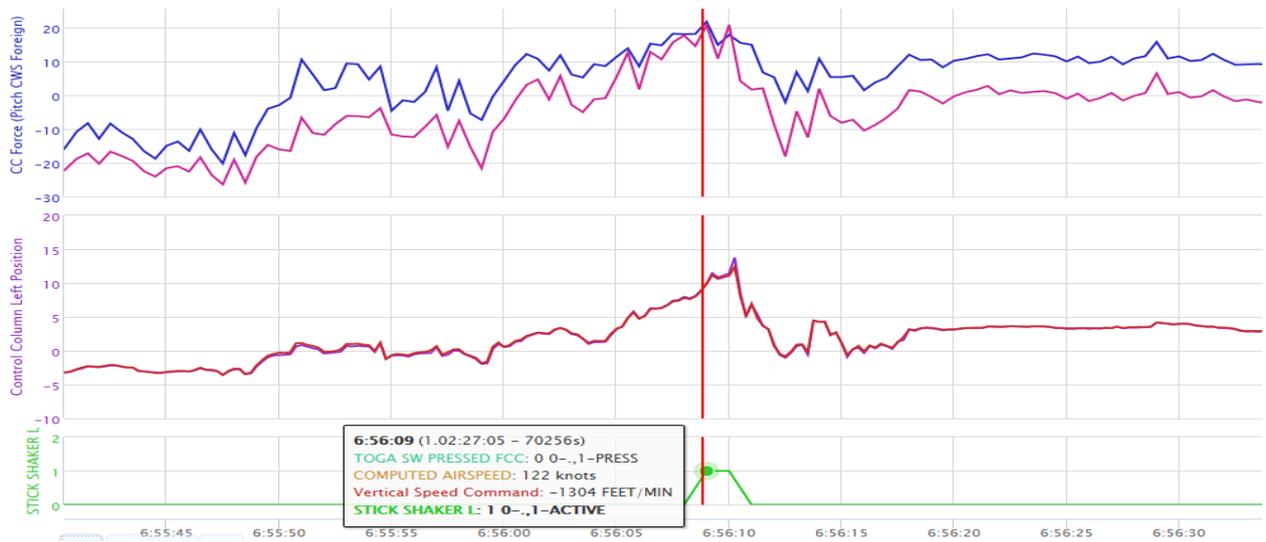


Figura 22: intervento sui comandi di volo all'attivazione dello *stick shaker*.

Corsa di decelerazione al suolo

Successivamente al *touchdown*, alle 06.56'10" e fino alle 06.56'38", l'aereo ha decelerato con l'utilizzo dei freni, del *thrust reverse* mot. 1 e degli *spoiler*. Durante la corsa al suolo si è registrata l'attivazione dell'allarme relativo alla condizione *unsafe* del carrello sinistro.

Con velivolo fermo, si è notato l'abbassamento dei flaps a 40° e l'azzeramento degli *spoiler*.

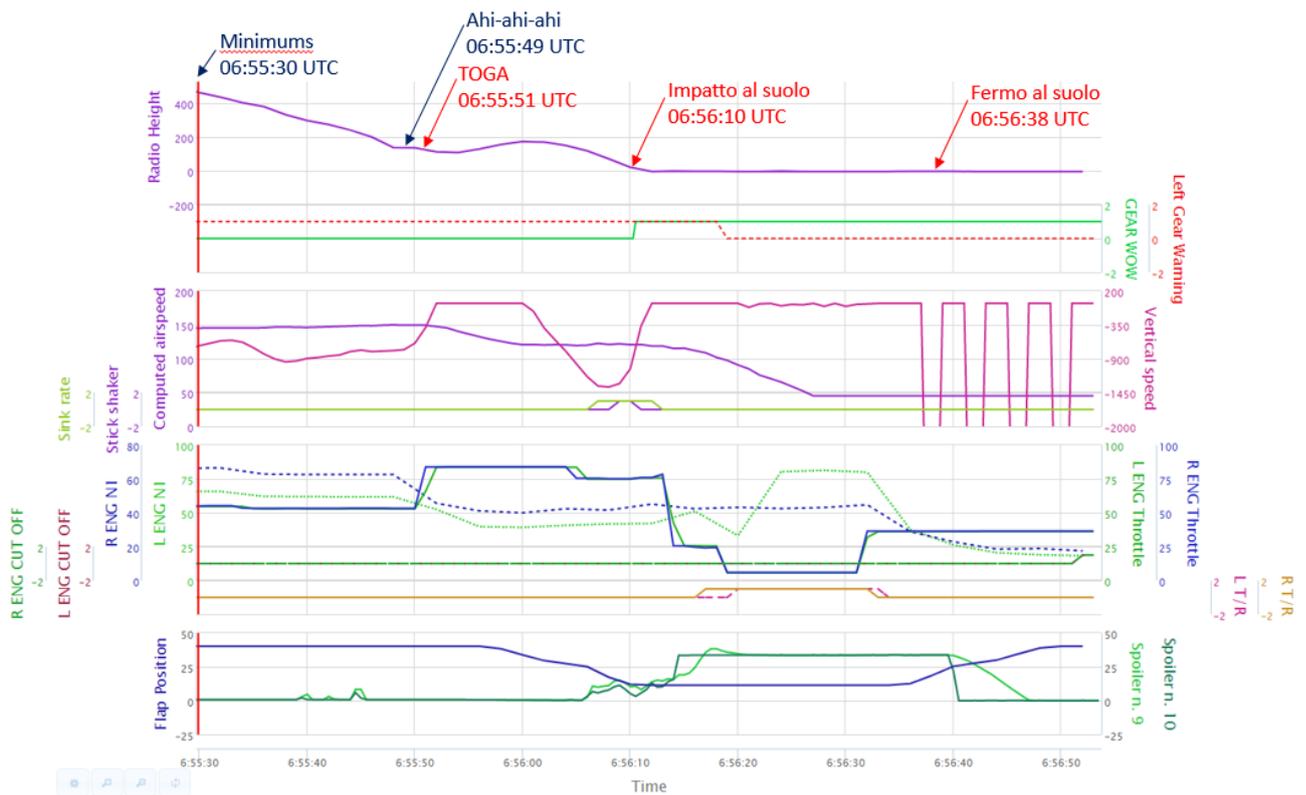


Figura 23: andamento *flap*, *spoiler* e *thrust reverse*.

Assetto e decelerazioni

Il plottaggio successivo evidenzia come il velivolo, dal momento dell'avvistamento dello stormo di uccelli, abbia progressivamente variato il *flight path angle*, che prima dell'avvistamento era correttamente attestato intorno ai -3° , raggiungendo, in fase di riattaccata, fino a circa 4° , per poi abbassarsi ai valori minimi (-7°).

In tali fasi si sono registrate le attivazioni del *warning sink rate* (a circa -6° di *flight path angle*) e dello *stick shaker*. L'attivazione di quest'ultimo è avvenuta ad un valore di angolo di attacco di circa 21° .

Nella fase in cui il *flight path angle* è passato da -3° a circa 5° , il *pitch angle* è variato da circa -1° a 9° , per poi mantenersi positivo di alcuni gradi fino all'impatto con il suolo.

Anche la prua magnetica del velivolo è risultata caratterizzata da escursioni a destra e sinistra rispetto alla direzione pista (150°), accompagnata da escursioni sull'asse del *roll*. Il velivolo ha impattato con la pista con un angolo di *roll* di circa 6° a sinistra e un angolo di *pitch* di circa 10° .

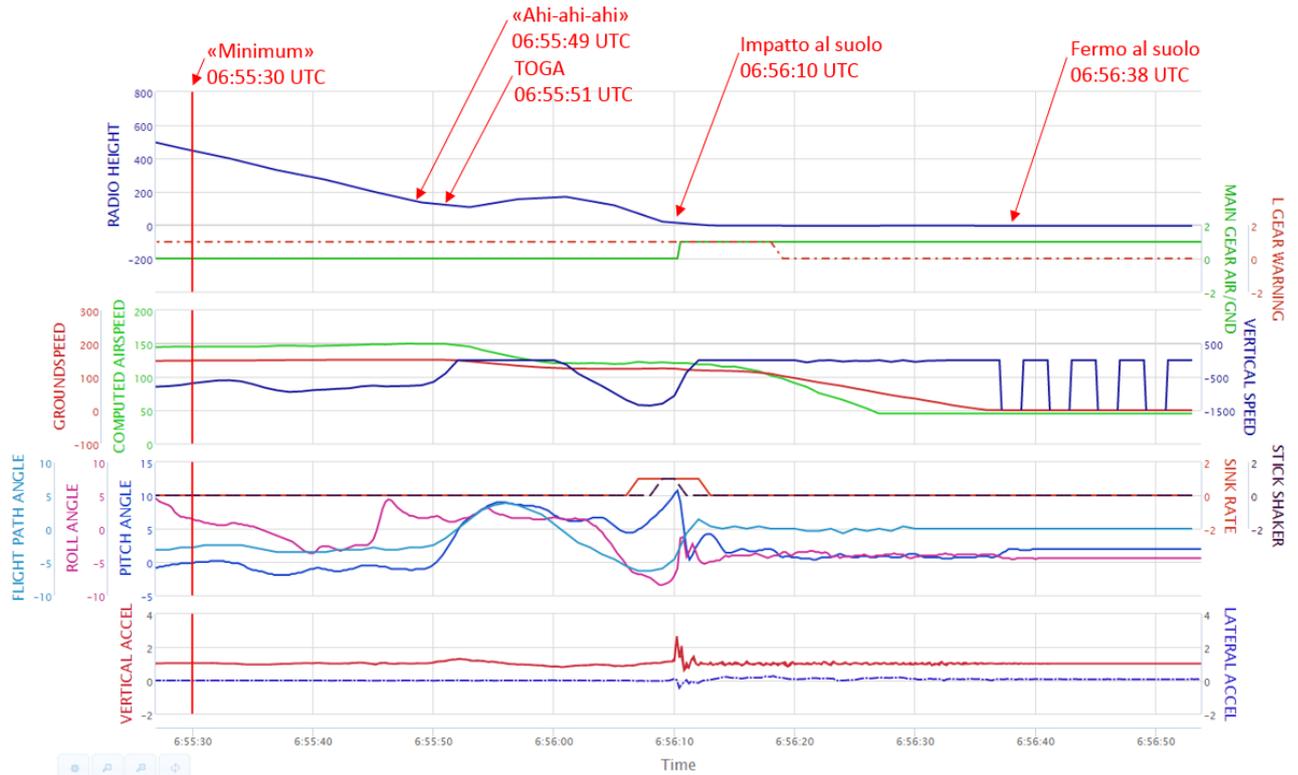


Figura 24: dati di assetto e decelerazioni.

Comportamento dei motori

Riguardo al comportamento dei due motori, nel momento in cui è stato selezionato TO/GA, entrambi sono entrati in una condizione di stallo (stato 3): il motore destro alle 06.55'51", il sinistro un secondo dopo. I giri N1 di entrambi sono scesi dal 66% fino ad un valore intorno al 40%, valore a cui sono rimasti fino all'impatto con il suolo, successivamente al quale il motore sinistro ha aumentato i giri fino all'81% per l'attivazione del *thrust reverse*, mentre il destro è rimasto a valori inferiori al 45%, fino allo spegnimento.

In concomitanza con l'abbassamento dei giri N1, si è registrato un repentino innalzamento della EGT di entrambi i motori.

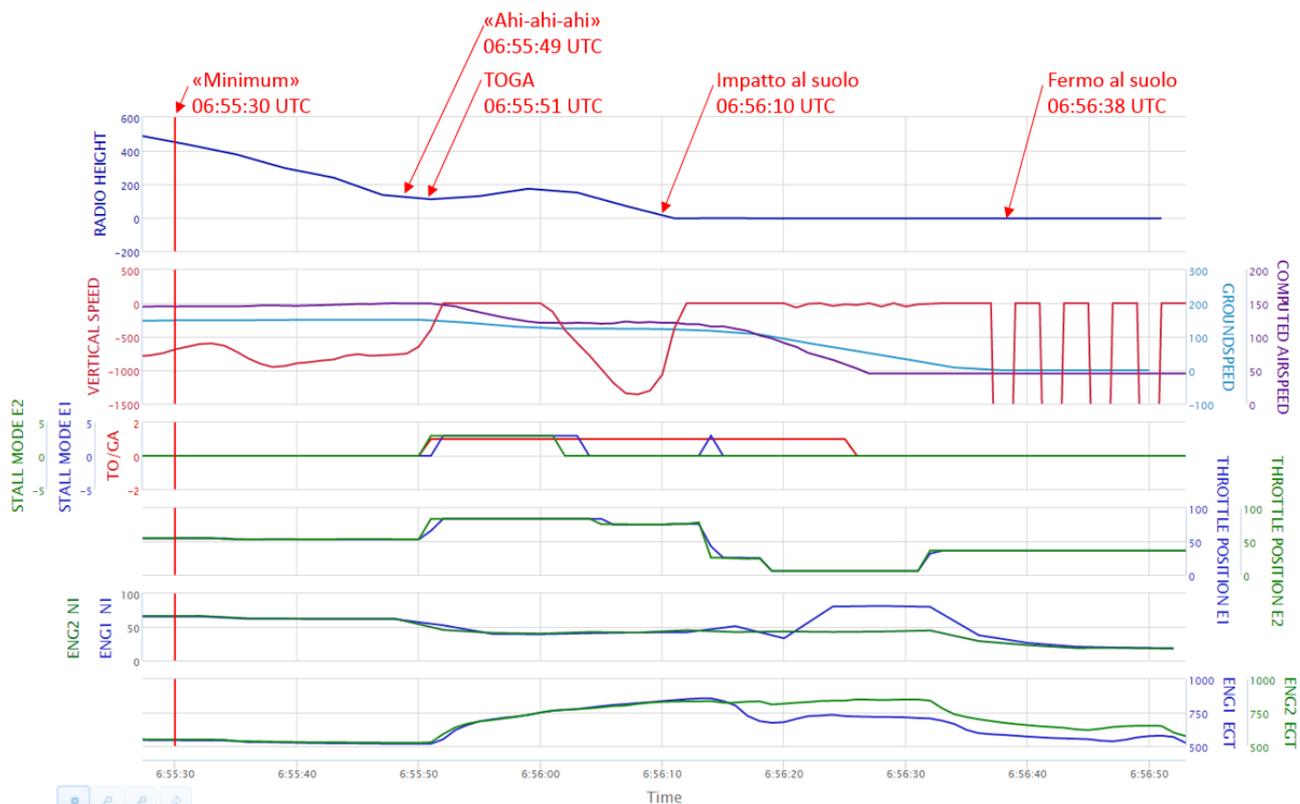


Figura 25: comportamento dei motori.

1.11.4. Trascrizione del CVR

Il CVR ha registrato 2 ore e 54 secondi di traccia audio. I primi 29 minuti e 42 secondi sono relativi all'ultimo volo del giorno precedente.

Dal tempo CVR 00:29:42 ha inizio la registrazione del volo dell'incidente.

La traccia audio ha quindi registrato tutte le fasi del volo dell'incidente, da quando l'aeromobile è stato alimentato elettricamente prima della messa in moto a Frankfurt Hahn fino a quando è stata esclusa l'alimentazione elettrica, quando l'aereo, fermo in pista, ha cominciato la procedura di sbarco dei passeggeri.

Dalle comunicazioni si evince che il primo ufficiale era il PF della tratta, mentre il comandante era il PM.

La registrazione per finalità logiche è stata suddivisa nelle seguenti fasi:

1. operazioni a terra, decollo, crociera, discesa fino a disinserimento automatismi;
2. avvicinamento fino al momento prima dell'acquisizione visiva dei volatili;
3. dall'acquisizione visiva dei volatili all'impatto con il suolo;
4. corsa di decelerazione al suolo e azioni immediate dopo l'atterraggio.

Dall'ascolto delle comunicazioni all'interno del *cockpit*, registrate dal CVR, è stato possibile ricavare le seguenti evidenze ai tempi di registrazione indicati.

CVR: operazioni a terra, decollo, crociera, discesa fino a disinserimento automatismi

Le operazioni di *push* e *start* sono state completate alle 05.26'59". L'equipaggio ha effettuato i controlli come previsto da SOP ed è stato autorizzato al rullaggio ed al decollo per RWY 21.

La rotazione è avvenuta alle ore 05.31'24". Dopo il decollo il volo è stato inizialmente autorizzato a FL240, con ulteriore autorizzazione a FL370 livello finale con rotta diretta a Trasadingen.

Il volo ha contattato gli enti del controllo del traffico aereo tedeschi, svizzeri ed italiani ed è stato istruito alla rotta Trasadingen /Odina/Ruxol e all'inizio della discesa a FL330.

Alle 06.25'27" ha avuto luogo un approfondito *briefing* effettuato dal FO al comandante, in accordo a quanto previsto dalle SOP, sull'avvicinamento a Ciampino con commento della procedura ILS per RWY 15, comprensivo della procedura di mancato avvicinamento e della validazione dei dati inseriti nel FMS e di cui, qui di seguito, si riporta stralcio della trascrizione.

«As for the briefing. BOLSENA three foxtrot. From BOLSENA to TIBER. BOLSENA 2-5-0, TIBER 2-3-0, then URBE 2-10. 2-5-0, 2-3-0, 2-1-0, BOLSENA, TIBER, URBE. We are going below... minimum altitude here. We know this. Mountain are pretty much here, on this side. We are staying clear of mountains if we stay on this one. From URBE then is the ILS runway 1-5.».

Ha avuto luogo quindi una chiamata radio, che autorizzava a continuare la discesa a FL290; il comandante e il FO hanno sintonizzato gli apparati VOR ed ILS, dopo di che il FO ha ripreso il *briefing*:

«Missed 3000 feet. Outer marker 16-25. Minima 7-20. Elev 4-2-7. 4-50 up here. MSA based on ROM V-O-R is 8 thousand 1 hundred.».

Il comandante ha confermato: «Yes it is CAVOK.».

Il FO: «Yes, it is CAVOK so it should be visual. As for the go around, it will be: PRESS TO/GA, GO GOAROUND, FLAPS 15, SET GO AROUND THRUST, POSITIVE RATE GEAR UP, RNAV, FLAPS 5. We are flying, since Pratica di Mare is U/S... we are flying, as soon as possible, turn right, max 1-8-5.».

Ha avuto luogo, a questo punto, una ulteriore chiamata del controllo del traffico aereo, dopo di che il FO ha proseguito con la conferma di avere già inserito il punto RATIR al posto di Pratica di Mare per il mancato avvicinamento.

Alle 06.42'50" l'equipaggio, considerate le ottime condizioni meteorologiche, ha stabilito di condurre l'avvicinamento manualmente, ovvero senza automatismi (autopilota, *auto throttle* e *flight director*).

Alle 06.43'02" sono stati disinseriti l'autopilota e l'*autothrottle* ed il *flight director*; il CM-2 da questo momento ha condotto manualmente il velivolo.

CVR: avvicinamento fino al momento prima dell'acquisizione visiva dei volatili

Si riporta, di seguito, la trascrizione delle comunicazioni relativa alla fase di avvicinamento fino al momento prima dell'acquisizione visiva dei volatili.

UTC	STAZ.	COMUNICAZIONE
06.49'40"	ATC	RYR41CH descend 3000 feet clear ILS ZULU RWY 15 report established
06.49'45"	RYR	3000 feet clear, ILS Zulu, I'll call you established RYR41CH
06.49'50"	CPT	So my friend
06.49'51"	FO	3 thousand set
06.50'00"	FO	We are...
06.50'01"	CPT	We are high...
06.50'03"	AW	<i>INTERMITTENT HORN (2)</i>
06.50'05"	CPT	Wheels?
06.50'06"	FO	Yeah...get the gear
06.51'00"	FO	Flaps one, match speed
06.51'11"	CPT	You have the field in sight?
06.51'12"	FO	Yeah, it's a little bit on the left
06.51'15"	CPT	Yeah. Look, look
06.51'31"	FO	Flap 5 and match speed
06.52'18"	CPT	You can start turning
06.52'22"	FO	LOC alive
06.52'23"	CPT	Do you want the approach... on this one or...?
06.52'26"	FO	Yeah...
06.52'27"	CPT	Yeah? Ok
06.52'29"	ATC	RYR41CH confirm established?
06.52'31"	CPT	Affirmative
06.52'32"	ATC	41CH position URBE, number one, TWR 120,5 buon giorno
06.52'37"	CPT	120,5
06.52'39"	FO	Runway in sight
06.52'42"	CPT	3000... and then...
06.52'44"	FO the glide...
06.52'45"	CPT	Yeah...
06.52'47"	CPT	Ciampino buon giorno, RYR41CH fully established, ILS 15, distance 9 miles
06.52'53"	TWR	RYR41CH Ciampino buon giorno to you, number one on the approach on field on ILS Zulu 15, CAVOK, temperature 7, QNH 1029, the wind is calm and you are clear to land runway 15
06.53'06"	CPT	Clear to land 15 RYR41CH. Thank you
06.53'10"	CPT	OK?
06.53'11"	FO	So there we are
06.53'15"	CPT	I seat the girls

06.53'16"	FO	Yes, thank you
06.53'18"	AW	<i>CONTINUOUS HORN</i>
06.53'22"	FO	We have glide slope capture
06.53'23"	CPT	Yeah...
06.53'25"	CPT	Missed Approach
06.53'26"	SV	Twentyfive hundred
06.53'27"	FO	Yeah missed approach 3000 feet
06.53'30"	CPT	3000 is set
06.53'32"	FO	Very good
06.53'33"	CPT	Very good, very good
06.54'19"	FO	Flaps 15, landing checks to flaps and match the speed please
06.54'24"	CPT	Start switches
06.54'26"	FO	Continuous
06.54'27"	CPT	Recall
06.54'28"	FO	Check
06.54'29"	CPT	Speed barke
06.54'30"	FO	Armed
06.54'31"	CPT	Landing gear
06.54'32"	FO	Down three green
06.54'32"	CPT	Autobrake
06.54'33"	CPT	Look at the localizer my friend
06.54'34"	FO	Auch...
06.54'35"	CPT	Ooh, ooh...
06.54'37"	FO	My bad
06.54'38"	CPT	Oh, yes please... come back
06.54'43"	CPT	Flaps 30
06.54'44"	FO	Yeah, flaps 30
06.54'50"	SV	<i>ONE THOUSAND</i>
06.54'51"	FO	One thousand, check flaps...
06.54'52"	CPT	Continue a little bit to the left
06.54'54"	CPT	I'll give you flaps 40
06.54'56"	FO	40, thank you
06.54'57"	CPT	A little bit to the left... like that
06.55'02"	CPT	141.
06.55'03"	CPT	Flaps?
06.55'05"	FO	40, and green lights
06.55'07"	CPT	Ok
06.55'08"	CPT	Do you have the runway in sight?
06.55'09"	FO	Yes...
06.55'10"	CPT	Look at your speed
06.55'12"	CPT	Ok, continue like that
06.55'17"	CPT	Ok, a little bit to the right
06.55'20"	SV	<i>PLUS HUNDRED</i>
06.55'23"	CPT	Check
06.55'23"	FO	Check
06.55'25"	CPT	500 continue
06.55'30"	SV	<i>MINIMUMS</i>
06.55'31"	CPT	Continue
06.55'31"	FO	Land
06.55'33"	CPT	Reduce the speed a bit, you are high

CVR: dall'acquisizione visiva dei volatili all'impatto con il suolo

Si riporta, di seguito, la trascrizione delle comunicazioni intercorse in tale fase.

UTC	STAZ.	COMUNICAZIONE
06.55'49"	FO	Nice
06.55'49"	CPT	Ahi, ahi, ahi, ahi, ahi, ahi, ahi, ahi, ahi, ahi!
06.55'51"	NOISE	<i>bang</i>
06.55'52"	CPT	Go around... go around... go around
06.55'53"	FO	Go around, flaps 15
06.55'54"	CPT	Go around... go around
06.56'00"	CPT	[<i>omissis</i>]
06.56'04"	CPT	On est dedans
06.56'07"	SV	<i>SINK RATE</i>
06.56'08"	SV	<i>SINK RATE</i>
06.56'09"	AW	<i>STICK SHAKER</i>
06.56'10"	CPT	[<i>omissis</i>]
06.56'10"	NOISE	<i>TOUCH DOWN</i>

Da sottolineare quindi come, alle 06.55'49", mentre il FO commentava «Nice», in contemporanea il comandante avesse iniziato ad esclamare «Ahi!», ripetuto per circa 10 volte e per i successivi due secondi.

Alle 06.55'51" si è udito un boato, con cambiamento del rumore di fondo dei motori, che è diventato irregolare.

Alle 06.55'52" il comandante ha ordinato il «Go around... go around... go around».

Alle 06.55'53" il FO ha confermato «Go around, flaps 15».

Alle 06.55'54" il comandante ha ripetuto «Go around... go around».

Alle 06.56'07" ed al secondo successivo si è attivato l'avviso sintetico "*sink rate*", ripetuto due volte.

Alle 06.56'09" si è avvertita l'attivazione dello *stick shaker* e dopo un secondo l'esclamazione del comandante ed il rumore dell'atterraggio.

CVR: corsa di decelerazione al suolo e azioni immediate dopo atterraggio

Il velivolo ha impattato il suolo alle 06.56'10"; alle 06.56'18", con il velivolo in pista ed in decelerazione, il comandante ha confermato «My control».

Alle 06.56'38" il velivolo si è arrestato in pista e contestualmente il comandante ha ordinato, via interfono, di rimanere seduti, ripetendo l'ordine due volte.

Dalle 06.56'44" alle 06.56'47" il comandante, rivolto al FO, ha comandato «We do... open the outflow valve.», iniziando la procedura di messa in sicurezza dell'aeromobile.

Il FO, contemporaneamente, ha comunicato a Ciampino TWR «Is maintaining... On runway, MAYDAY.». Dopo di che, allo spegnimento dei motori, si è interrotta la registrazione.

1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO

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

1.12.1. Luogo dell'incidente

L'incidente è accaduto all'interno del sedime aeroportuale dell'aeroporto di Ciampino.

Come verrà specificato in seguito, l'aeromobile ha impattato la pista nei punti di coordinate $41^{\circ} 47' 55.59''$ N $12^{\circ} 35' 41.71''$ E, in prossimità della via di rullaggio "AC".

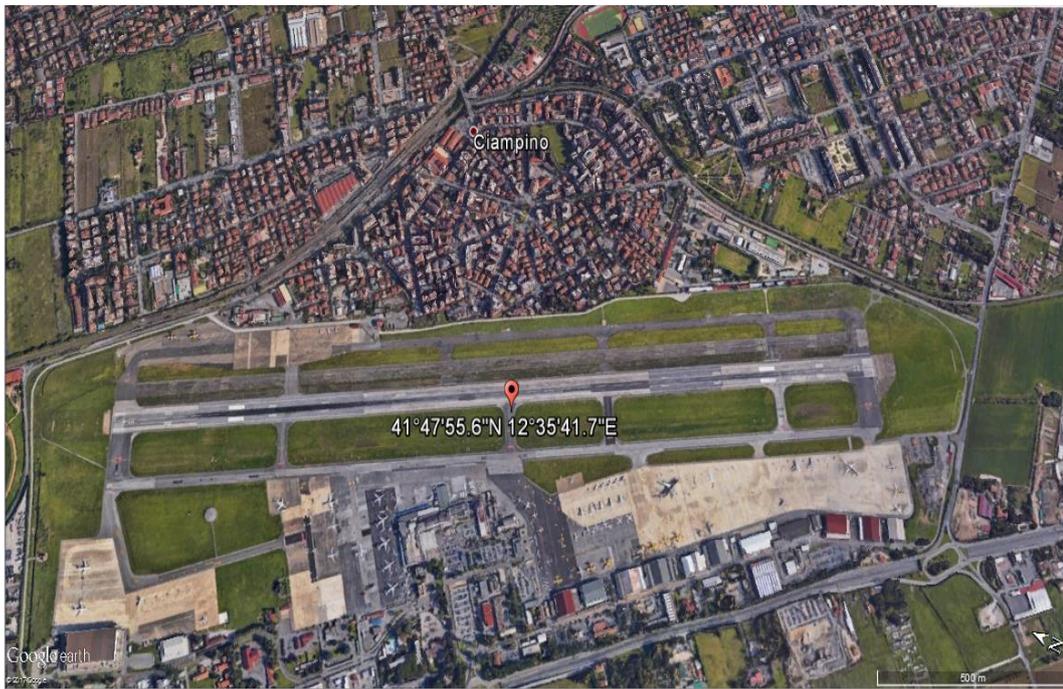


Foto 4: aeroporto di Ciampino (su supporto Google Earth).

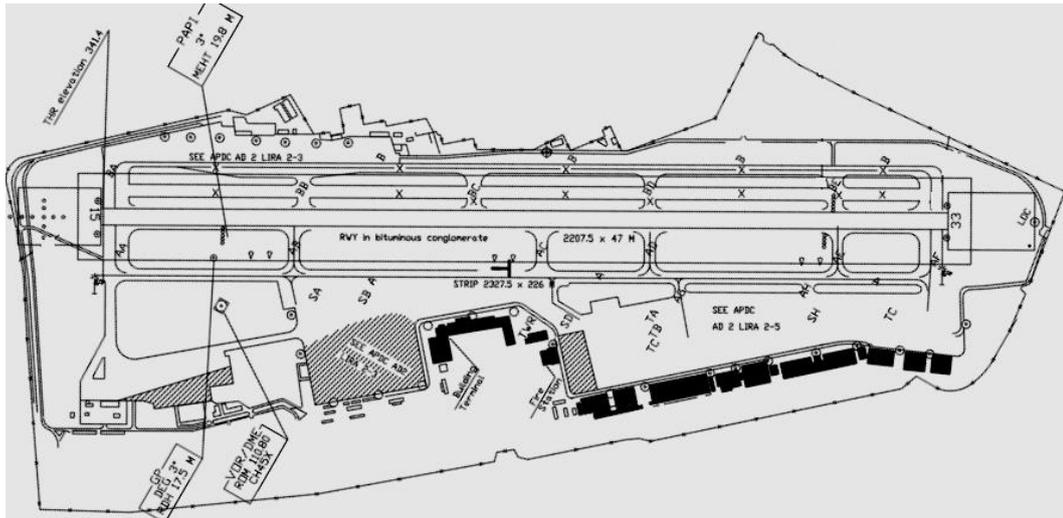


Figura 26: diagramma aeroportuale.

1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami

Le tracce associabili al violento contatto fra il velivolo ed il terreno sono presenti in prossimità dell'incrocio della via di rullaggio "AC" con la pista, incrocio posizionato a circa metà della lunghezza totale della stessa. Le tracce al suolo, rilevate e presenti nella immagine seguente, sono in ordine di avanzamento:

- traccia di impatto della parte inferiore del tronco di coda contro la superficie in asfalto della via di rullaggio "AC";
- traccia di impatto del carrello sinistro contro la superficie in asfalto della pista;
- traccia di impatto del carrello destro sul prato adiacente il bordo destro della pista;
- traccia continua di strisciata del motore sinistro e carrello sinistro dal primo punto di contatto fino al punto di arresto definitivo dell'aeromobile.

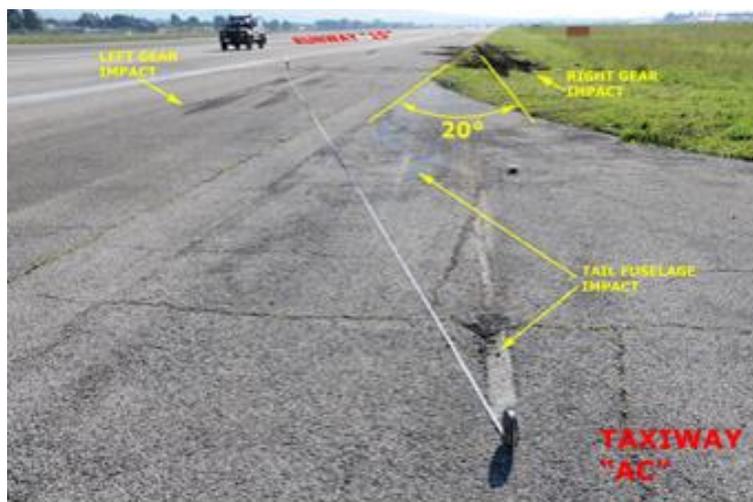


Foto 5: tracce al suolo del carrello e della coda.

Dall'insieme di queste tracce emerge un angolo di circa 20° fra la direzione dell'aeromobile al contatto con la pista e l'asse della stessa.

Nell'immagine successiva, una visione d'assieme delle tracce.



Foto 6: complessivo tracce al suolo carrello e coda.

In prossimità della testata RWY 15, a circa 100 m dalla soglia pista, e più precisamente nel tratto di prato compreso tra la "Center line barrette n° 2" e la "Center line barrette n° 3" del sistema di avvicinamento "CALVERT", era disseminato un gran numero di resti di uccelli morti.

La maggior parte dei resti organici risultava concentrata all'interno di una zona ellissoidale, più a ridosso del pilone "Center line barrette n° 2", il cui asse maggiore era di circa 35 m, mentre quello minore era di circa 10 m.

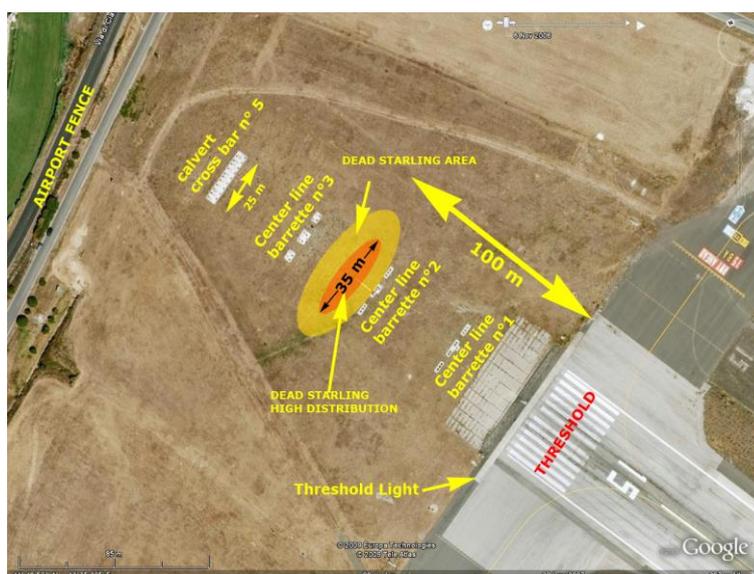


Foto 7: distribuzione resti dei volatili.

Nel corso della bonifica dell'area, effettuata con il supporto di un ornitologo, sono state individuate e recuperate circa 120 carcasse di storni o resti di essi. Tra il materiale recuperato non sono stati individuati resti organici appartenenti ad altre specie di volatili.

1.12.3. Esame del relitto

Il velivolo si è fermato al termine pista, in corrispondenza dell'identificativo testata RWY 33, poggiato sul carrello principale destro, carrello anteriore, gondola motore sinistro.



Foto 8: aeromobile fermo in pista.

Lo scivolo posteriore destro è stato estratto durante le fasi di sbarco dei passeggeri e dell'equipaggio dal velivolo.



Foto 9: scivolo della porta destra posteriore attivato.

Fusoliera

La fusoliera presenta molteplici segni da impatto con volatili (non meno di 86), visibili nelle immagini successive. I *windshield panel* presentano alcuni impatti con volatili nella parte superiore e centrale degli stessi.



Foto 10: impatti volatili sui *windshield panel*.

Sulla parte posteriore inferiore della fusoliera sono presenti evidenti danneggiamenti dovuti all'impatto e strisciamento contro l'asfalto della pista.

La parte inferiore della struttura del pavimento cabina passeggeri presenta estese deformazioni.



Foto 11 e 12: danni alla coda e struttura pavimento passeggeri.

Semiali e relative superfici mobili

Sulla semiala sinistra sono presenti molteplici punti di danneggiamento ed imbozzamenti, sia sul dorso, sia sul ventre della semiala. I flap presentano delle dentature.



Foto 13 e 14: impatti volatili su semiali.

Carrello di atterraggio

Il carrello principale sinistro risulta gravemente danneggiato, l'ammortizzatore dello stesso risulta rientrato nella semiala.

I portelli di apertura del carrello principale sinistro risultano fortemente danneggiati.



Foto 15 e 16: lato sinistro, danni al carrello principale e semiala.

Motopropulsori

I motori presentano molte tracce di impatto con volatili sulle rispettive prese d'aria.



Foto 17 e 18: impatti volatili su prese d'aria motori.

Sulla gondola del motore sinistro sono presenti danneggiamenti da strisciata sull'asfalto, i portelli del *thrust reverse* risultano bloccati in posizione parzialmente aperta.



Foto 19: *thrust reverse* bloccati in posizione parzialmente aperta.

1.12.4. Dinamica di impatto

Per la ricostruzione della dinamica dell'impatto si è fatto riferimento alle tracce al suolo, alle evidenze rinvenute sul velivolo, alle riprese delle telecamere di sorveglianza, alla sincronizzazione dei dati FDR e CVR, alle dichiarazioni testimoniali.

I danni riscontrati sul velivolo hanno permesso di confermare che vi è stato il contatto della coda del velivolo con la pista, contatto che ha provocato una deformazione plastica della struttura. Le tracce al suolo hanno permesso di determinare con precisione il punto e le modalità di iniziale contatto del velivolo con il suolo. È stato inoltre possibile, sempre sulla base delle tracce rilevate al suolo, ricostruire la traiettoria tenuta dall'aeromobile dal primo contatto con la pista, fino al punto di arresto.



Foto 20: *ground roll* del velivolo.

Le tracce al suolo evidenziano come la parte inferiore della coda abbia contattato l'asfalto in prossimità del raccordo "AC", il carrello principale destro abbia contattato il prato adiacente la pista ed il carrello principale sinistro sulla mezzeria destra della pista.

Il punto di contatto risulta posizionato a 1150 m dall'inizio pista, a 790 m dagli *aiming mark* ed a 1057 m dalla fine pista.

Dai filmati disponibili dalle telecamere aeroportuali è stato possibile acquisire una serie di fotogrammi utili a ricostruire la traiettoria e l'assetto finale del velivolo fino all'impatto con la pista.



Foto 21: sovrapposizione fotogrammi da filmati telecamere aeroportuali.

Subito dopo il primo contatto con la pista, il carrello sinistro ha ceduto, causando il contatto con la pista della gondola motore sinistro.

L'aeromobile ha proseguito la sua corsa a terra con la gondola motore sinistro in continuo contatto con la pista, seguendo una traiettoria curva, che lo ha portato a lambire il bordo sinistro della pista stessa per poi rientrare al centro di quest'ultima.

L'arresto definitivo dell'aeromobile è avvenuto in prossimità della soglia opposta a quella di atterraggio, sul numero di designazione della testata RWY 33, dopo un percorso a terra di circa 998 m dal contatto iniziale.

Dal punto iniziale di contatto con la pista, lungo tutto il percorso a terra e sul punto arresto definitivo dell'aeromobile, non sono state rilevate evidenze o tracce da incendio.

Di seguito viene riportata una figura riassuntiva della traiettoria finale del velivolo, tratta dall'animazione realizzata dall'ANSV, ottenuta dai dati FDR e CVR, sincronizzati fra di loro.



Figura 27: ricostruzione ANSV traiettoria finale EI-DYG.

I dati FDR, come visto in precedenza, indicano come l'aeromobile al momento dell'atterraggio fosse configurato con i flap a 10° ed il carrello in posizione "down".

Al momento del contatto con la pista, avvenuto alle ore 06.56'10", l'aeromobile presentava i seguenti assetti e parametri:

1. inclinazione: $+10,72^\circ$;
2. rollio: $-5,97^\circ$;
3. prua magnetica: 142° ;
4. velocità: 120,75 nodi;
5. AoA: da $+21^\circ$ a -3° ;
6. VS: -1064 piedi/minuto;
7. *flight path angle*: $-4,57^\circ$.

Inoltre lo *stick shaker* ed il *warning "sink rate"* risultavano attivi.

Il regime dei motori, al secondo dell'impatto, era rispettivamente: sinistro 41,75%; destro 41,62%.

Il velivolo, all'impatto, aveva una massa pari a 61.144 kg (134.800 lbs). Al contatto con il suolo, si sono registrate una accelerazione verticale di 2,66 g e laterale di -0,45 g.

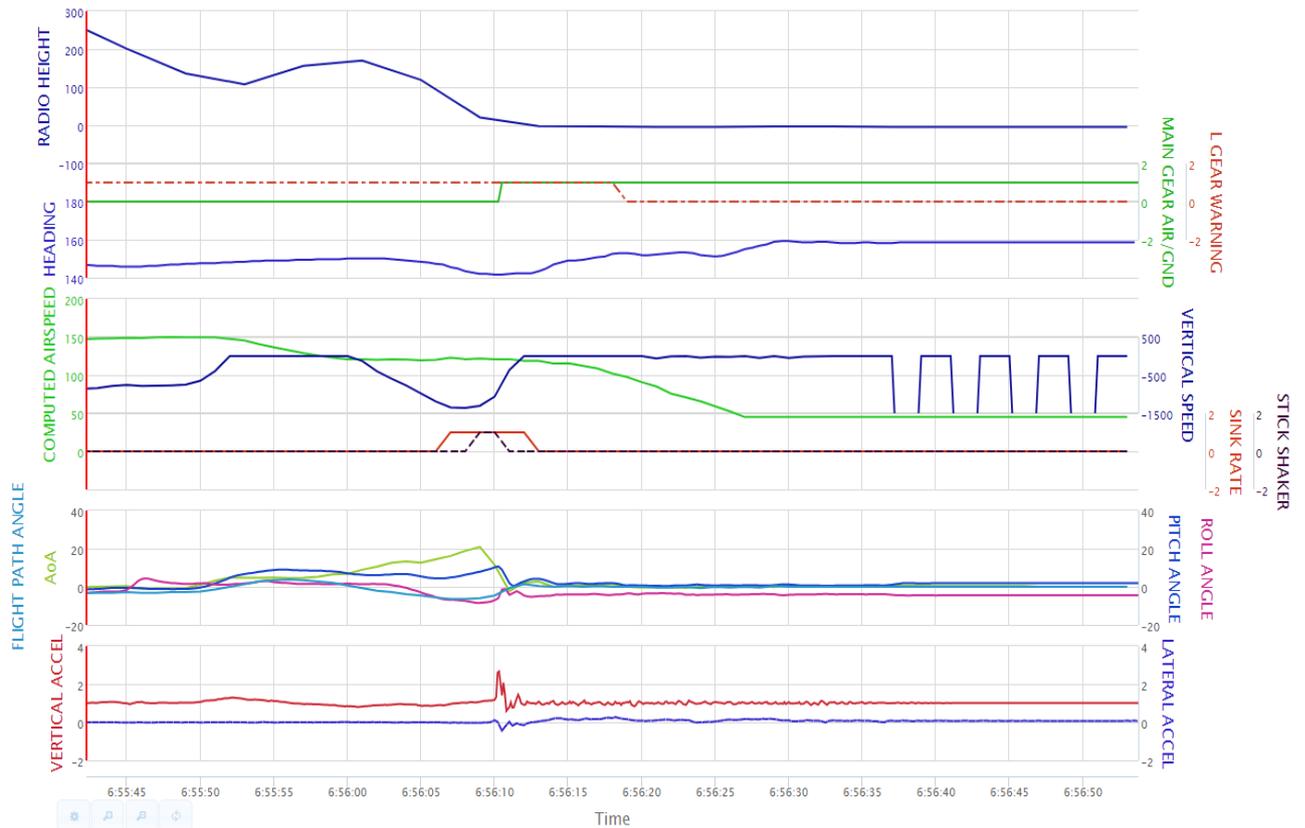


Figura 28: parametri aerodinamici e accelerazioni all'impatto al suolo.

Dopo 9 secondi (06.56'19") dal contatto con la pista, si attiva l'indicazione di carrello sinistro non sicuro, riscontrabile dalla commutazione del segnale "L GEAR WARNING".

L'aeromobile ha proseguito la corsa al suolo decelerando per mezzo di freni, degli *spoiler* e del *thrust reverse* del solo motore sinistro, dalle 06.56'20" alle 06.56'33", con un valore massimo di N1 dell'81%. Il velivolo si è arrestato in pista alle ore 06.56'38", a 50 m dalla fine della pista.

Entrambi i motori sono stati spenti alle 06.56'52" (ENG CUTOFF). Nella corsa di atterraggio, a seguito del collasso del carrello sinistro, la gondola motore sinistra è venuta a contatto con la pista.

La fase critica è iniziata alle 06.55'51", quando al comando del *go around* si è verificato lo stallo di entrambi i motori.

In tale istante la velocità dell'aeromobile era di 149 nodi e la quota radalt tra 136 (alle 06.55'50") e 112 piedi (alle 06.55'52").

La massima velocità verticale è passata da un valore di 752 piedi/minuto al momento dell'attivazione del TO/GA ad un valore minimo di 0 piedi/minuto in due secondi (06.55'52"). Da tale istante si sono generati una progressiva diminuzione della velocità e un

aumento dell'angolo di attacco, che hanno raggiunto i valori di 120,75 nodi e 21° di AoA alle 06.56'10", quando l'aeromobile si trovava ad una quota radalt di 21 piedi.

Dal TO/GA al contatto con il suolo sono trascorsi 19 secondi.

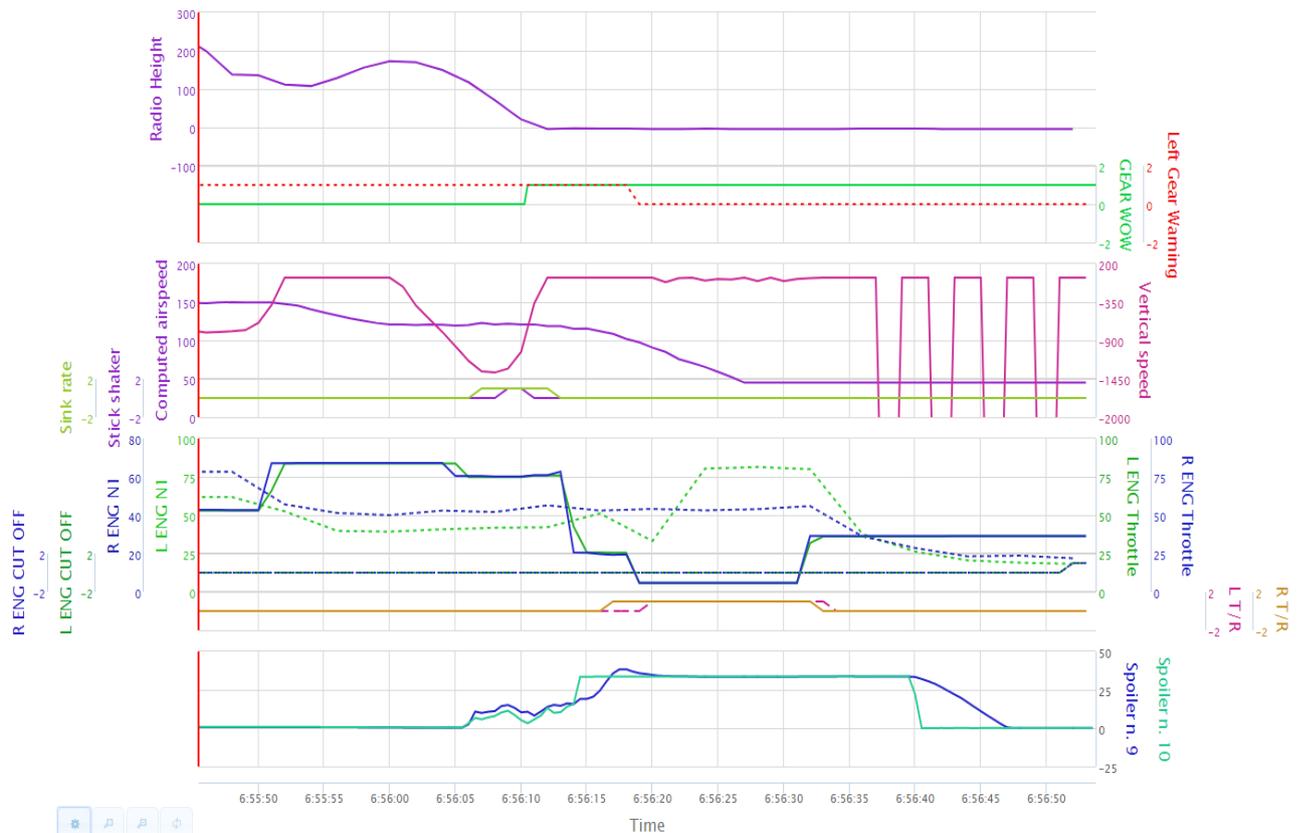


Figura 29: risposta motori ed attivazione dei *thrust reverse*.

1.12.5. Avarie connesse con l'evento

Non risultavano presenti avarie a carico dell'aeromobile nei momenti precedenti l'incidente. Alle ore 06.55'51" il FDR ha registrato una condizione di stallo di entrambi i motori, concomitante con l'applicazione del comando TO/GA e che è continuata fino alle ore 06.56'03".

I danni riscontrati sono dovuti all'impatto con i volatili ed al contatto con la pista.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

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

1.14. INCENDIO

Non pertinente.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

A bordo del velivolo si trovavano 166 passeggeri e 6 membri dell'equipaggio (2 piloti e 4 assistenti di volo). Dopo l'incidente 6 passeggeri e 2 assistenti di volo sono stati sottoposti ad accertamenti sanitari. Non è possibile sapere l'entità delle lesioni, né la circostanza in cui queste si siano verificate (atterraggio o evacuazione), fatta eccezione per l'infortunio subito dall'assistente di volo n° 3, la quale ha riferito di averlo riportato durante l'atterraggio e che anche qualche altro passeggero ha ricevuto i primi soccorsi prima di abbandonare l'aeromobile.

Non è nota la posizione a bordo dei passeggeri che hanno riportato lesioni, in quanto, all'epoca dei fatti, l'operatore adottava la "*free seating policy*".

Immediatamente dopo l'arresto del velivolo, alle 06.56'38", il comandante ha ordinato, via PA, «Remain seated, remain seated».

Alle 06.56'44", ha iniziato la messa in sicurezza dell'aeromobile, ordinando al FO «We do... open the outflow valve.».

Il FO, contemporaneamente, ha effettuato la comunicazione radio a Ciampino TWR: «Is maintaining... On runway, MAYDAY.»; dopo di che, allo spegnimento dei motori, la registrazione CVR termina.

Per le fasi successive si è fatto riferimento alle dichiarazioni testimoniali (equipaggio di condotta ed assistenti di volo).

In particolare per quanto accaduto nella parte anteriore della cabina passeggeri, si è fatto riferimento alle dichiarazioni degli assistenti di volo n° 1 e n° 4, per la parte posteriore a quelle dell'assistente n° 3.

Il comandante ha riferito di avere inserito il freno di parcheggio, di aver abbassato gli *speed brake*, di aver posizionato i flap a 40°, dichiarato *mayday* e depressurizzato il velivolo.

Il comandante ha poi dichiarato di avere spento i motori e ordinato, via PA, di rimanere seduti e di essere uscito dalla cabina per valutare la situazione. Non avendo visto segni di fumo o di fuoco, avendo notato che i passeggeri erano calmi ed in silenzio, decideva di sbarcare i passeggeri normalmente per mezzo di scale. La decisione di non utilizzare gli scivoli è stata motivata dal fatto che il loro utilizzo, ritenuto non necessario, avrebbe potuto

incrementare le possibilità che i passeggeri potessero riportare lesioni proprio durante l'evacuazione attraverso gli scivoli stessi.

L'assistente di volo n° 1, che occupava la postazione del *purser* nella parte anteriore, ha riportato di avere avvertito, nelle fasi finali di avvicinamento, un rumore insolito, odore di "pollo bruciato" e, dopo alcuni secondi, il contatto molto pesante dell'aeromobile al suolo. Ha inoltre dichiarato di avere atteso fino a che l'aeroplano si fosse arrestato completamente e di avere sentito l'ordine del comandante, via PA, di rimanere seduti.

Dopo breve tempo ha notato il comandante uscire dalla cabina e ordinare di rimanere seduti.

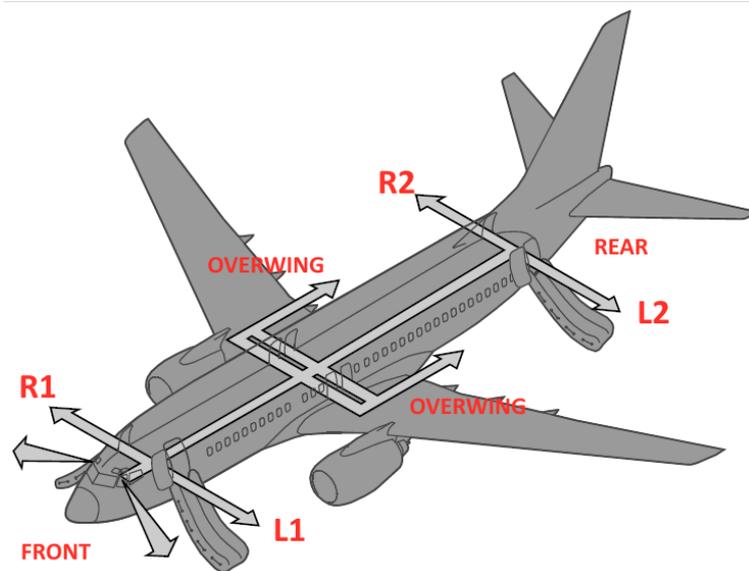


Figura 30: schema uscite di emergenza.

L'assistente n° 1 procedeva a comunicare via interfono agli assistenti posti nella parte posteriore l'ordine del comandante.

Notava che i Vigili del fuoco avevano posizionato una autoscala in corrispondenza della uscita L2 (in realtà, l'uscita era la R1) ed avevano ordinato agli assistenti di gonfiare lo scivolo R2.

L'assistente n° 1 ha dichiarato di avere cercato di comunicare ai Vigili del fuoco la necessità di avere scale invece degli scivoli, ma questi non parlavano inglese. La procedura è stata descritta come «very slow».

Dopo avere verificato che non ci fossero passeggeri eventualmente incapacitati o passeggeri rimasti ancora a bordo, l'equipaggio usciva dal velivolo dalla porta L2 (in realtà, l'uscita era la R1).

L'assistente di volo n° 4, che sedeva sul *jump seat* nella parte anteriore del velivolo, confermava quanto già riportato dall'assistente n° 1, eccetto che la porta riferita dall'assistente come L2 era in realtà la R1. Ha inoltre dichiarato che, una volta fermatosi il velivolo, si è slegato e ha controllato le condizioni interne ed esterne del velivolo stesso.

Il comandante era fuori dalla cabina di pilotaggio, fornendo istruzioni, confermando di avere avuto un *bird strike* e di avere perso entrambi i motori, di non gonfiare gli scivoli per evacuare l'aeromobile e di attendere i Vigili del fuoco.

L'assistente n° 4 ha dichiarato quindi di essere andato nella parte posteriore del velivolo per dare istruzione agli assistenti n° 2 e n° 3 e di avere prestato primo soccorso ad alcuni passeggeri.

All'arrivo dei Vigili del fuoco, l'assistente n° 4 si portava nuovamente nella parte anteriore, dove apriva la porta R1 per permettere l'attracco della piattaforma, dalla quale venivano fatti sbarcare i passeggeri.



Foto 22: sbarco passeggeri attraverso il mezzo dei Vigili del fuoco.

Per ultimo, dopo avere verificato che nessun passeggero fosse rimasto a bordo, lasciava l'aereo l'equipaggio, dalla porta R1.

L'assistente di volo n° 3, che sedeva per l'atterraggio insieme all'assistente n° 2 sui rispettivi *jump seat* nel *rear galley*, riferiva che, quando l'aeromobile si trovava ormai molto vicino al suolo, veniva avvertito nella parte posteriore un odore strano, come di bruciato, e dal momento che non seguiva l'atterraggio ipotizzava un mancato avvicinamento, sebbene non vi fosse stato l'avviso. L'assistente n° 2 impugnava l'interfono, attendendo istruzioni e contemporaneamente l'aeromobile impattava al suolo. L'atterraggio è stato riferito come molto pesante e seguito da rimbalzo. In tale fase l'assistente di volo n° 3 ha riferito di avere

avvertito un forte dolore alla schiena. Gli assistenti di volo n° 2 e n° 3 aspettavano il segnale di evacuazione e udivano l'avviso in PA di rimanere seduti. L'assistente di volo n° 4, recatosi nel *rear galley* per recuperare del ghiaccio per il primo soccorso dei passeggeri, informava i due assistenti che si trovavano in quella zona che si era verificato un *bird strike* e chiedeva l'aiuto agli assistenti n° 2 e n° 3 per fornire un primo soccorso dei passeggeri. In questa circostanza l'assistente n° 3 riferiva di avere notato le maschere di ossigeno fuoriuscite e 3 delle 4 uscite di emergenza alari aperte, verosimilmente da parte dei passeggeri. Gli assistenti n° 2 e n° 3 venivano istruiti a ritornare quindi nel *rear galley* per fornire eventuale assistenza, nel caso fosse continuata l'evacuazione attraverso la porta posteriore dell'aeromobile. Gli assistenti n° 2 e n° 3 venivano istruiti a disarmare, via interfono, su ordine del comandante, lo scivolo dell'uscita R2 e di aprire la porta.



Foto 23: sbarco passeggeri attraverso scivolo porta posteriore destra.

Non c'è stata indicazione di evacuazione. Dopo il doppio avviso «Remain seated», il comandante è uscito dalla cabina. Gli assistenti seduti nelle postazioni posteriori ricevevano la comunicazione, da parte degli assistenti delle postazioni anteriori, che il comandante ordinava che gli scivoli fossero disarmati per procedere ad uno sbarco tramite scale.

Da quanto riportato dall'equipaggio di cabina emerge che non vi sia stato ordine di “*brace for impact*” prima dell'evento.

Lo scivolo posteriore destro è stato azionato in un secondo momento, dopo che era già stato disarmato e su comando dei Vigili del fuoco, che hanno chiesto di richiudere la porta, armare lo scivolo e aprire la porta per attivare lo scivolo.

Non è stato possibile determinare il numero di passeggeri sbarcati per il tramite dello scivolo. L'assistente ha riportato nella dichiarazione di avere notato, all'atto dell'apertura

della porta, la copiosa presenza di schiumogeno intorno all'aereo. Ha riportato di avere notato le uscite di emergenza alari (sinistra una e a destra due) aperte. Ha poi notato, nel corso dell'evacuazione, l'instabilità dell'aeromobile, con movimenti sia sull'asse di rollio sia di beccheggio. Ha riportato che i passeggeri hanno ritardato le operazioni di evacuazione nel tentativo di recuperare i bagagli e per effettuare fotografie.

Si riporta, di seguito, un estratto dal Boeing 737 NG FCTM relativamente alla metodologia di evacuazione:

«When there is a need to evacuate passengers and crew, the captain has to choose between commanding an emergency evacuation using the emergency escape slides or less urgent means such as deplaning using stairs, jetways, or other means. All available sources of information should be used to determine the safest course of action including reports from the cabin crew, other airplanes, and air traffic control. The captain must then determine the best means of evacuation by carefully considering all factors. These include, but are not limited to:

- the urgency of the situation, including the possibility of significant injury or loss of life if a significant delay occurs;
- the type of threat to the airplane, including structural damage, fire, reported bomb on board, etc.;
- the possibility of fire spreading rapidly from spilled fuel or other flammable materials;
- the extent of damage to the airplane;
- the possibility of passenger injury during an emergency evacuation using the escape slides.

If in doubt, the crew should consider an emergency evacuation using the escape slides.».

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Entrambi i motori CFM56-7B26/3, S/N 896379 (#1) e S/N 896387 (#2), sono stati rimossi dal velivolo il 14 gennaio 2009 ed inviati presso gli stabilimenti GE di Cardiff (UK), dove, a partire dal 5 febbraio 2009, sono stati effettuati i *tear down* dei moduli e componenti di entrambi.

I due motori avevano entrambi 2419 ore e 1498 cicli di funzionamento da nuovi.

Di seguito si riportano gli elementi salienti emersi dall'investigazione condotta.

L'ispezione visiva esterna dei *fan* ha evidenziato 55 punti di impatto con uccelli sul *fan* del motore sinistro e 30 punti sul *fan* del motore destro; su entrambi i *fan* non c'erano apparenti danneggiamenti e deformazione del profilo aerodinamico delle palette; è stata riscontrata una leggera deformazione del *fan case* motore #1, dovuta al contatto e successivo strisciamento con la pista della relativa gondola¹.

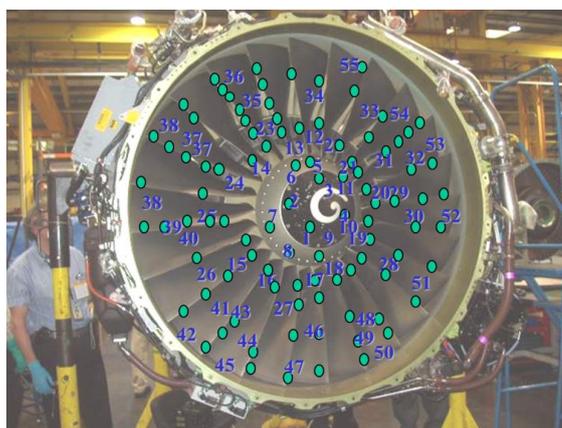


Foto 24: impatti volatile su *fan* motore #1.



Foto 25: impatti volatile su *fan* motore #2.

All'interno del *fan*, del compressore *booster*, del compressore di alta pressione e delle camere di combustione di entrambi i motori era presente una notevole quantità di residui di materiale organico, in quantità maggiore nel motore #2 rispetto al motore #1, nonostante le minori tracce di impatto presenti sul relativo *fan*.

La presenza dei residui organici ha prodotto una severa alterazione dei profili aerodinamici delle palette dei compressori e la parziale ostruzione dei passaggi di aria ai vari sensori e nelle camere di combustione.

È stata inoltre individuata una presenza limitata di *splatter* metallico sulle parti calde di entrambi i motori, comunque non tale da alterarne le caratteristiche funzionali.

Gli accessori di entrambi i motori sono stati sottoposti a specifiche ispezioni e prove funzionali, senza riscontrare anomalie di funzionamento.

Non sono state rinvenute a carico di entrambi i motori difettosità precedenti l'ingestione dei volatili.

¹ Per rappresentare la mappatura degli impatti dei volatili sui *fan* dei due motori (foto 24 e 25 tratte dal rapporto CFM) è stata utilizzata, per comodità, la stessa foto di base.

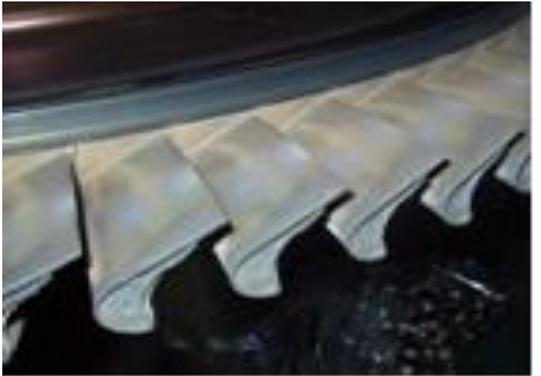


Foto 26, 27, 28 e 29: motore #1, condizioni allo smontaggio in moduli.

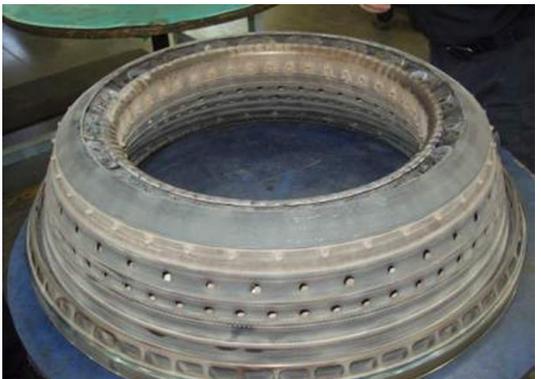


Foto 30, 31, 32 e 33: motore #2, condizioni allo smontaggio in moduli.

Sulla base dei parametri motore registrati dal FDR ed a seguito dell'analisi dei dati prelevati dagli EEC di entrambi i motori, l'investigazione condotta ha consentito di ricostruire il comportamento dei motori a seguito della massiva ingestione di volatili.

Immediatamente dopo l'impatto con i volatili e l'applicazione del comando TO/GA (in corrispondenza della linea rossa verticale nel plottaggio seguente), entrambi i motori hanno sperimentato una caduta di giri N1 dal 62% al 52% e 46%, rispettivamente per il motore sinistro e destro. Gli N2 rimangono sostanzialmente stabili all'83% circa (una caduta di circa 3%), mentre le temperature EGT subiscono un repentino incremento di circa 300 °C nei successivi 24 secondi. La caduta di N1 e l'innalzamento delle EGT è avvenuta in concomitanza di una serie di "surge²" sperimentati da entrambi i compressori ed indicativi di un severo disturbo aerodinamico del flusso di aria all'interno degli HPC.

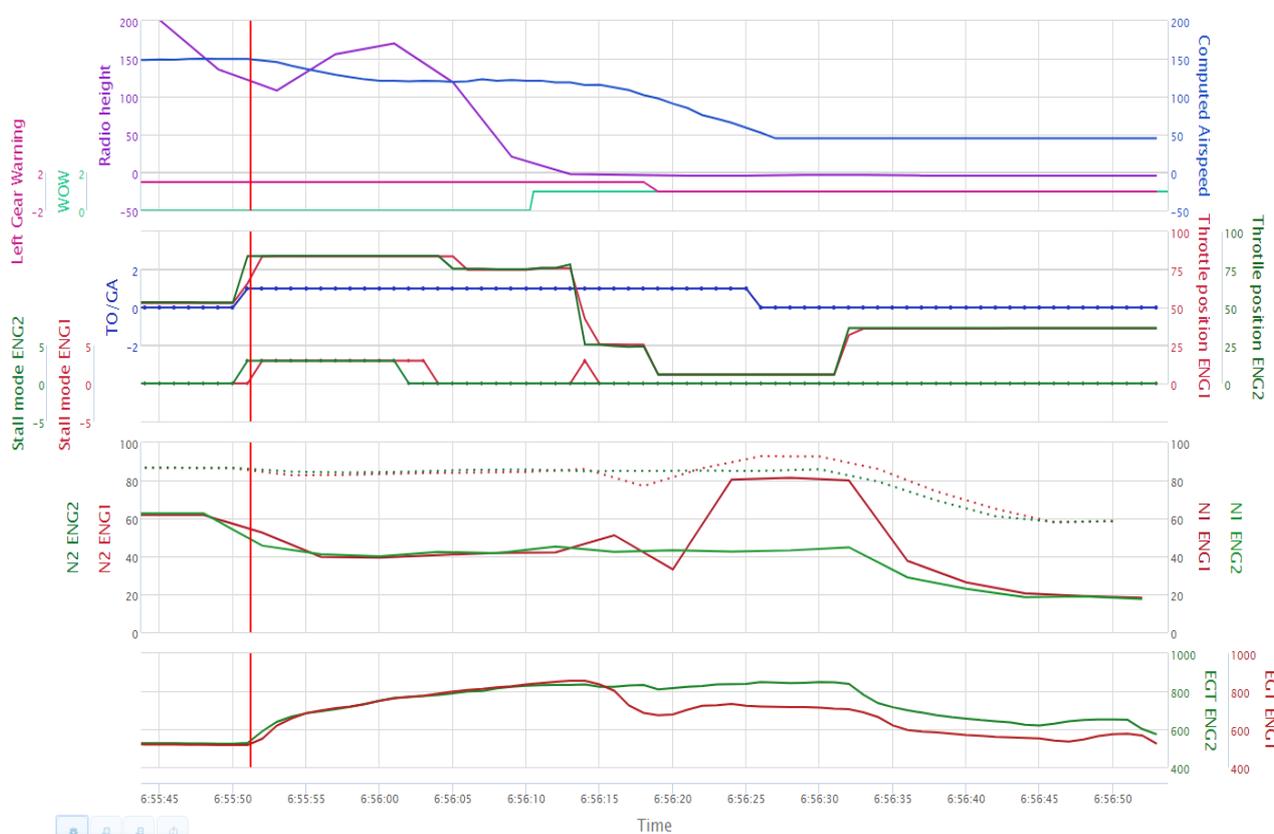


Figura 31: comportamento N1, N2, EGT, *stall mode* alla selezione delle *throttle* dopo TO/GA.

Questi ripetuti *surge* hanno causato una fluttuazione dei valori di pressione trasmessi dall'*High Pressure Compressor Discharge Pressure* (CDP), con una corrispondente caduta

² Il *surge* si distingue dallo stallo in quanto consiste in una totale interruzione del normale flusso di aria all'interno di un compressore assiale, mentre lo stallo è rappresentato da una interruzione/disturbo del flusso d'aria, confinato ad una parte del compressore. Il *surge* causa un immediato aumento della pressione interna al compressore e conseguente violenta inversione del normale flusso di aria all'interno dello stesso compressore, a cui si associano rumori di forte intensità (bang).

dei giri N1 (dal 62% al 40% circa) e N2 (stabilizzatisi all'83%) ed un improvviso aumento dei valori di EGT, dovuti ad una perdita di flusso d'aria che attraversava il motore.

Considerato che N1, N2 e CDP sono parametri utilizzati dal FADEC per regolare il *fuel flow*, la caduta dei giri N1 e N2 ha causato un tentativo da parte del FADEC di ripristinare i giri aumentando il *fuel flow*. Quest'ultimo è comunque limitato dai dati di accelerazione del motore, che sono in funzione dei parametri CDP, N2 e T25.

I bassi valori del CDP causati dai *surge* del compressore hanno comportato valori di *fuel flow* troppo bassi per mantenere il livello di N1 richiesti dall'equipaggio.

Come si evince dal plottaggio successivo, le manette motore rimangono in posizione tutto avanti fino alle 06.56'05", ossia 5 secondi prima dell'impatto al suolo, per poi essere leggermente arretrate (posizione MCL); durante la corsa di decelerazione successiva all'impatto al suolo del velivolo, viene comandato un arretramento di entrambe le manette motore da MCT ad IDLE e la successiva attivazione dei *thrust reverse* (T/R), cui segue un diverso comportamento dei due motori:

- sul motore sinistro gli N1 aumentano a circa l'80%, garantendo una corretta inversione di spinta del relativo *thrust reverse*;
- sul motore destro i giri N1 non aumentano, rimanendo a valori intorno al 40% e non generando pertanto inversione di spinta tramite il T/R; lo stesso motore sembra ripristinare la sua corretta funzionalità soltanto nelle fasi finali di decelerazione del velivolo in pista, con la manetta motore ad *idle*.

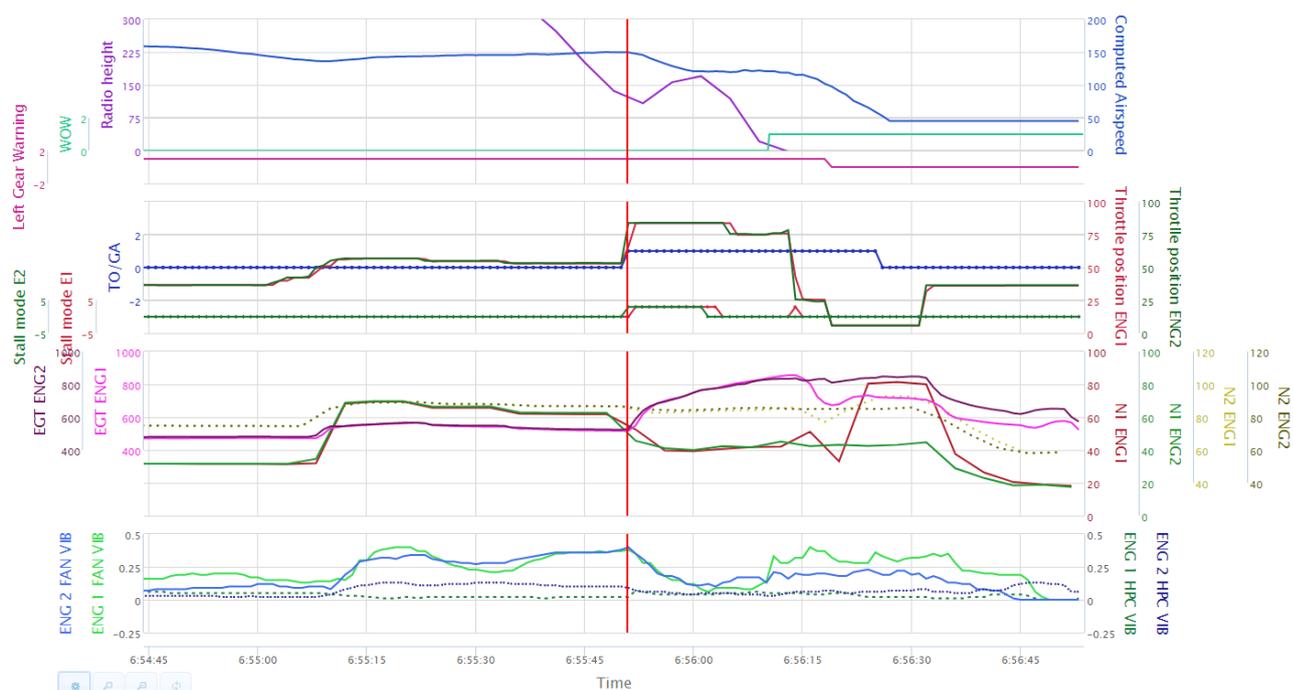


Figura 32: andamento vibrazioni motori prima avvistamento volatili e stallo.

I regimi vibratori registrati per i *fan* e HPC di entrambi i motori, riportati nel plottaggio precedente, non indicano vibrazioni anomale nei secondi precedenti all'applicazione del comando TO/GA, vibrazioni eventualmente riconducibili ad impatti con volatili.

L'andamento delle vibrazioni *fan* e HPC nelle fasi di avvicinamento e corto finale nei voli precedentemente svolti indica un livello delle vibrazioni dei motori simile a quello osservato nel volo dell'incidente.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

L'operatore è una compagnia aerea "*low cost*" con sede a Dublino e base operativa presso l'aeroporto di Londra Stansted.

L'operatore utilizza esclusivamente aeromobili Boeing 737-800, la cui flotta si compone di oltre 300 esemplari.

La compagnia opera abitualmente e da diversi anni sull'aeroporto di Ciampino con voli di linea giornalieri da e per numerosi aeroporti nazionali ed internazionali.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

1.18.1. Testimonianze

Testimonianza del comandante

Il comandante è stato intervistato in tre fasi distinte: nell'ultima audizione ha ascoltato il CVR e preso visione di una animazione relativa alle fasi finali del volo, realizzata dai laboratori dell'ANSV.

Nel corso della prima audizione, rilasciata poco dopo l'evento, aveva riferito che il volo dell'incidente era il primo della giornata, accaduto nel secondo giorno di servizio.

Ha riportato che le condizioni meteorologiche erano caratterizzate da ottima visibilità ed assenza di copertura nuvolosa.

L'aeromobile era il numero 1 all'avvicinamento; dopo essere stato autorizzato all'Urbe a 3000 piedi per l'ILS Z per RWY 15 a Ciampino, il primo ufficiale, PF, effettuava un avvicinamento ILS *raw data* (senza impiego di AP, AT, FD). Su indicazione dell'ATC, veniva ridotta la velocità a 210 nodi e abbassati i flap.

L'estrazione del carrello veniva anticipata allo scopo di incrementare il rateo di discesa e ridurre la velocità.

La stabilizzazione sull'ILS avveniva nei tempi stabiliti e l'aeroporto veniva acquisito visivamente con notevole anticipo. I controlli e le chiamate venivano effettuate in accordo alle SOP di compagnia; a 500 piedi l'aeromobile risultava stabilizzato rispetto ai parametri previsti, per cui proseguiva l'avvicinamento.

A circa 200 piedi avveniva l'impatto con un grande stormo di volatili.

Egli ordinava immediatamente il *go around*, effettuato in accordo alle SOP di compagnia dal primo ufficiale. Veniva osservata la mancata risposta dei motori, con valori di N1 al 40%; il comandante prendeva, a questo punto, il controllo dell'aeromobile per l'atterraggio in emergenza. Aveva luogo un atterraggio pesante con stallò al momento della *flare* e conseguente *tail strike*. Il carrello principale destro toccava sull'erba, lasciando che gran parte dell'energia venisse assorbita dal carrello principale sinistro, che cedeva durante la corsa di decelerazione.

Il comandante aveva precisato di non avere ricevuto alcuna comunicazione in frequenza circa la presenza di volatili nel sedime aeroportuale e che, pur avendo volato molto in Italia, non aveva mai prima di allora visto una tale concentrazione di volatili.

Successivamente si è ritenuto necessario procedere ad una ulteriore audizione del comandante, su alcuni aspetti specifici di interesse.

Acquisizione visiva volatili.

- Il comandante ha spiegato di avere acquisito visivamente lo stormo di storni quando, nel corso dell'avvicinamento ILS, questo, in volo, aveva attraversato la rotta di avvicinamento da destra a sinistra, scomparendo sul lato sinistro ed in basso, rispetto al proprio campo visivo. Alcuni secondi dopo, vedeva riapparire lo stormo proveniente da sinistra, come se avesse effettuato una inversione della traiettoria di volo (tipo una virata "Immelmann") e presentarsi di fronte al velivolo. A questo punto ha pronunciato l'esclamazione di sorpresa «Ahi, ahi, ahi, ...!».
- Ha riferito di avere memoria dell'impatto iniziale dell'aeromobile con la parte più densa dello stormo, istante a cui il comandante ha associato il "bang" registrato dal CVR, seguito poi da una serie di impatti con volatili singoli, tipo "grandine", e quindi da vibrazioni su tutta la struttura dell'aereo.
- Ha menzionato come le collisioni di volatili sul parabrezza siano state minime (o addirittura nulle) e che non vi sia mai stata la perdita del contatto visivo con la pista e le aree circostanti.

- Ha riferito di avere ragione di ritenere che il FO, impegnato nella condotta dell'aeromobile e intento a correggere i parametri di velocità e quota per l'atterraggio, non abbia avuto modo di vedere i volatili fino al momento dell'attraversamento dello stormo. Ritiene che il commento «nice» del FO fosse proprio indicazione della positiva tendenza a recuperare i parametri corretti.
- Ha ribadito che il giorno dell'evento non vi erano NOTAM in vigore relativi alla presenza di volatili sull'aeroporto né di essere stato avvisato in proposito.

Sequenza degli eventi.

- Nella analisi di quanto occorso nei due secondi in cui ha pronunciato «Ahi, ah, ah, ...!» e fino al comando verbale *go around*, il comandante ha confermato, nell'ordine, di avere acquisito visivamente i volatili, di avere avvertito l'impatto, di avere ordinato la manovra di *go around*.
- Il comandante ha confermato che, mentre ordinava la manovra con la *call out* “go around”, contestualmente potrebbe avere messo lui stesso la mano sulle *throttle* per facilitarne l'avanzamento in posizione di TO/GA.
- Il comandante ha confermato che è possibile che il TO/GA *switch* sia stato premuto all'atto dell'avanzamento delle *throttle*.
- Non è stato in grado di motivare come la leva dei flap abbia potuto, dalla posizione a 40° superare il *detent* della posizione a 15°, ma ha riconosciuto che il rumore di fondo registrato dal CVR possa essere il “click” del passaggio della posizione a 15°, per proseguire alla posizione a 10°.
- Ha ribadito che, in considerazione del tempo disponibile (meno di 2 secondi) e del fatto che l'attenzione era devoluta alla minaccia rappresentata dai volatili di fronte, non sia stato possibile osservare il valore N1 dei motori nella fase compresa tra l'avvistamento dei volatili ed il *go around*.

Avvicinamento.

- Il comandante ha confermato che, in considerazione delle ottime condizioni meteorologiche, aveva ritenuto opportuno fornire la possibilità al giovane FO di effettuare un avvicinamento manuale *raw data*, ritenendo il volo manuale una abilità molto importante per ogni pilota.
- Ha confermato che la limitazione di velocità a 210 nodi imposta dal controllo del traffico aveva contribuito a presentarsi un po' alti e quindi a dover anticipare la configurazione del velivolo.

- Ha confermato che, alle minime, l'aeromobile si era presentato leggermente alto e leggermente veloce rispetto alla velocità *target* di 141 nodi (definita da lui stesso come pari alla $V_{ref}+5$ nodi), ma che l'avvicinamento era stabilizzato secondo i criteri delle SOP dell'operatore.
- Ha giudicato comunque la stabilizzazione, prima dell'avvistamento dei volatili, tale da consentire la prosecuzione in maniera sicura per l'atterraggio, giudicando che il FO stava correggendo i parametri adeguatamente.
- Il comandante ha confermato tale aspetto anche commentando quanto registrato dal CVR alle minime: lui ha infatti dichiarato «Continue» e il FO «Land».
- Ha dichiarato di avere ordinato la riattaccata e di essere poi intervenuto istintivamente sul volantino, senza peraltro comunicarlo verbalmente, mantenendo il controllo dell'aeroplano fino all'arresto in pista.

Riattaccata.

- Il comandante ha confermato come l'avvistamento dei volatili e il successivo impatto avesse destabilizzato l'avvicinamento, definendolo «de-tuned». A proposito di tale termine, ha chiarito come non avesse più ritenuto sicuro proseguire in considerazione della risultante tra alcuni aspetti preesistenti, che aveva già considerato prima dell'avvicinamento, quali lunghezza della pista limitata rispetto ad aeroporti maggiori (caratterizzati da piste più lunghe), il peso dell'aeromobile e la componente di vento in coda, e di quelli sopraggiunti, quale la destabilizzazione e l'ipotesi che l'impatto potesse avere causato danni e quindi limitazioni (motore, sistema frenante, ecc.)
- Il comandante ha ribadito che normalmente il pilota, nel dubbio, è addestrato e condizionato a riattaccare, in quanto «the threat is from the ground and not the sky». Ha ribadito che la probabilità di avere una problematica ad entrambi i motori in avvicinamento sia remota ed all'epoca dei fatti neppure considerata, mentre la riattaccata con un solo motore non costituisce grave problema e una volta per aria si può optare per la diversione su un aeroporto con caratteristiche più idonee (Fiumicino, Pratica di Mare).

Fase di atterraggio.

- Il comandante ha ribadito l'estrema importanza di abilità nella condotta manuale dell'aeroplano, soprattutto in eventi eccezionali come quello dell'evento in esame, caratterizzato da un atterraggio senza motori disponibili.

- Ha confermato che, dopo avere realizzato di non avere spinta, ha controllato l'area circostante, cercando una zona pianeggiante, commentando che era ancora all'interno del sedime, preparandosi per l'atterraggio.
- Ha confermato di avere cercato di riguadagnare l'allineamento con la pista e di avere toccato il suolo mentre ancora in fase di correzione.
- Il comandante ha definito l'incontro e l'impatto con i volatili con termini tali da qualificare la situazione come altamente inattesa e sorprendente.

Procedure.

- Il comandante ha ribadito che all'epoca dei fatti non vi erano linee guida, procedure o addestramento per tale tipologia di scenario.

Addestramento dell'equipaggio di condotta.

- Il comandante ha ribadito che il FO, sebbene da poco assunto e con relative poche ore di volo, era già abilitato all'attività di linea, avendo terminato l'addestramento previsto.
- Il comandante era in possesso del titolo di istruttore sul tipo di aeromobile, sebbene non esercitasse tale funzione presso l'operatore.
- Il comandante aveva una estesa familiarità con l'aeroporto di Ciampino, avendovi operato precedentemente e con lo stesso tipo di velivolo, anche con altro operatore.

Testimonianza del primo ufficiale

La testimonianza del primo ufficiale, rilasciata agli investigatori nelle ore successive all'evento, è sostanzialmente concorde con quanto riferito dal comandante, confermando la presenza di un enorme stormo di volatili, assimilabile ad una nube nera e proveniente dal basso. Ha confermato inoltre che, dopo l'impatto con i volatili, il comandante ha assunto il controllo dell'aeromobile, che è atterrato pesantemente, dopo l'attivazione dello *stick shaker*.

Altre testimonianze

a) *Assistenti di volo.*

Le testimonianze degli assistenti di volo presenti a bordo dell'aeromobile sono state riportate al paragrafo 1.15 "Aspetti relativi alla sopravvivenza".



Foto 34: posizione testimoni oculari (su supporto Google Earth).

b) *Comandante aeromobile in sosta.*

Il comandante presente a bordo di un velivolo parcheggiato allo stand 113 (punto 2, foto 34), udendo il rumore di un motore jet a basso regime di funzionamento e con un rumore di fondo simile a scoppiettamenti, si voltava ed acquisiva visivamente il 737-800, ad una altezza stimata di circa 200 piedi dalla pista.

L'aeromobile presentava fiamme nella parte posteriore dei motori, ma non dalle gondole (fiamme simili ad un *engine tail pipe fire* o a quelle di un post bruciatore).

L'aeromobile aveva un assetto leggermente cabrato e carrello abbassato. Il sentiero di volo, inizialmente livellato, cominciava poi una graduale discesa per scomparire dietro l'edificio del terminal, prossimo a dove il testimone si trovava.

c) *Comandante aeromobile marche I-DEAC.*

L'aeromobile C525 marche di identificazione I-DEAC era, al momento dell'evento, fermo al punto attesa sul raccordo "A" dell'aeroporto di Ciampino (punto 3, foto 34).

Il comandante dell'I-DEAC dichiarava all'ANSV che, durante il percorso dal piazzale di sosta verso il raccordo "A", notava degli uccelli, posati sul terreno, che si erano "leggermente" levati in volo a destra del prolungamento dell'asse pista, allineati con il raccordo su cui transitava.

Dalla posizione in cui si trovava (punto attesa raccordo "A") vedeva l'aeromobile EI-DYG in avvicinamento e dichiarava che era perfettamente allineato all'asse pista e che si trovava a circa 50 piedi sopra la soglia stessa prossimo alla toccata, forse in posizione leggermente più bassa rispetto al normale sentiero di discesa.

Mentre l'aeromobile era in questa posizione, si sono levati in volo da un punto al suolo a circa 50 m dalla soglia pista, corrispondente alle aree C2A e C2B della griglia riportata in figura 10, circa 300-400 piccoli uccelli, che hanno investito sia la parte anteriore dell'aeromobile, sia i motori dello stesso.

Il comandante dichiarava, inoltre, di aver udito chiaramente il rumore causato dallo stallo dei compressori, nonostante egli si trovasse all'interno di un altro aeromobile. Aggiungeva poi che il Boeing 737 EI-DYG, invece di toccare il suolo stante la bassissima quota, cambiava assetto, risalendo lungo la traiettoria fino ad un'altezza massima stimata di circa 150 piedi, raggiunta in prossimità della metà pista, di fronte alla TWR dell'aeroporto.

In questa fase il comandante vedeva uscire fiamme dal motore destro e resti di uccelli dal motore sinistro, poi vedeva l'aeromobile in derapata sinistra scivolare d'ala e impattare violentemente il suolo. L'impatto causava una grande fumata bianca.

Il comandante (su specifica domanda dell'ANSV) precisava che le fiamme si sprigionavano dal solo motore destro, che la fiammata era pressoché continua e che la stessa non aveva avuto inizio al momento dell'impatto con i volatili, ma era iniziata quando l'aeromobile si trovava a circa metà pista, ad una quota che era la più alta della sua traiettoria di tentativo di riattaccata, con aeromobile in derapata sinistra. Aggiungeva, infine, che la fiammata continuava anche dopo che l'aeromobile aveva iniziato la traiettoria di discesa.

d) Testimonianza controllore TWR di Ciampino.

Il controllore, alle 06.45', dopo aver preso le consegne dal controllore TWR/APP smontante dal turno di notte, prendeva servizio alla postazione relativa alla frequenza 120,5, contattata dal volo RYR41CH una volta rilasciato da Roma ACC/ARR (posizione al punto 1, foto 34).

Il controllore forniva al volo Ryanair le informazioni meteo, le istruzioni previste e l'autorizzazione all'atterraggio, essendo l'unico traffico in avvicinamento.

Notava che, mentre l'aeromobile sorvolava il sentiero luminoso per RWY 15, un folto stormo di uccelli si levava in volo dagli alberi posti a ridosso del sentiero e precisamente ad Est dello stesso, che collideva con l'aeromobile in cortissimo finale.

Il velivolo assumeva quindi un assetto a cabrare, come se il pilota avesse deciso di effettuare una riattaccata in cortissimo finale.

Il controllore aggiungeva che «si udiva il rumore dei motori che, dopo un primo momento di apparente ripresa, cominciavano a dare colpi sordi in rapida successione e, simultaneamente da entrambi i motori, fuoriuscivano evidenti fiammate.».

Aggiungeva, infine, che il velivolo guadagnava leggermente quota, ma che immediatamente dopo assumeva un assetto prima a picchiare con imbardata a destra, e poi, dopo aver corretto la posizione, continuava a scendere verso il suolo.

1.18.2. Caratteristiche del territorio circostante l'aeroporto di Ciampino

L'aeroporto di Ciampino si trova nel territorio dell'omonimo Comune, alle pendici dei Colli Albani, su cui insistono i Comuni noti come "Castelli Romani". I territori dei Comuni facenti parte del Parco regionale dei Castelli Romani sono aree protette. Nella zona vi sono aree naturali di interesse. Il territorio ad Est (oltre l'abitato di Ciampino), a Sud-Est e a Sud dell'aeroporto di Ciampino è caratterizzato dalla presenza di terreni agricoli, bacini d'acqua e boschi.

1.18.3. Lo storno

Le carcasse rinvenute sia nel sedime aeroportuale sia all'interno dei motori e del vano carrello dell'aeromobile EI-DYG sono state identificate come appartenenti a storni.

Lo storno, il cui nome scientifico è "*sturnus vulgaris*", è un uccello di medio-piccole dimensioni: generalmente non supera i 23 cm di lunghezza e i 40 cm di apertura alare ed ha un peso che oscilla tra i 40 ed i 100 grammi. Lo storno è ampiamente diffuso nelle zone a clima temperato e boreale ed è una delle specie più adattabili ad ambienti differenti (campagna, aree urbane, colline, ma frequenta anche luoghi boschivi e zone umide).

In passato era solito trascorrere la notte nei canneti e nei boschi, ma da alcuni anni ha dimostrato una spiccata preferenza per le aree urbane e suburbane, dove si rifugia di sera insieme a centinaia di compagni, in una sorta di "dormitori collettivi". Si ciba prevalentemente a terra e la dieta è onnivora e si adatta alla stagione ed alla disponibilità contingente di cibo.

Una delle caratteristiche più evidenti è il comportamento gregario che si manifesta soprattutto durante l'alimentazione, i voli di spostamento ed i dormitori notturni. I primi storni provenienti dall'estero raggiungono l'Italia a metà agosto, ma la migrazione vera e propria, che interessa alcune decine di milioni di individui, si verifica dalla fine di settembre alla prima decade di novembre, con culmine tra la seconda metà di ottobre e l'inizio di novembre³.

³ Fonte delle informazioni: LIPU (Lega italiana protezione uccelli).

1.18.4. Ricognizione procedure operative

La riattaccata o *go around* è una manovra che viene effettuata per ragioni di sicurezza, quando il pilota decide o viene istruito ad interrompere l'avvicinamento ed abortire l'atterraggio.

Al fine di poter effettuare una più approfondita analisi delle azioni intraprese dall'equipaggio, si è ritenuto necessario esaminare, con riferimento alla manovra menzionata, le seguenti procedure operative:

- Boeing FCOM e QRH;
- Boeing FCTM;
- Ryanair Operations Manual.

L'esecuzione della procedura del *go around* viene illustrata sul FCOM, vol. 1 e prevede che:

- il *pilot flying* preme il TO/GA *switch* ed effettui la chiamata “*go around, flap 15*”;
- il *pilot monitoring* confermi che la spinta dei motori aumenti al valore previsto per il *go around* e chiami “flap 15”, selezionando i flap alla posizione 15° e verificandone l'effettiva retrazione;
- il *pilot flying* ruoti all'assetto previsto per il *go around* ed annunci “*set go-around thrust*”;
- il *pilot flying* verifichi la correttezza del “*mode annunciation*”;
- il *pilot flying*, quando vi sia positiva indicazione di salita, comandi la retrazione del carrello (“*gear up*”), monitorando l'accelerazione;
- il *pilot monitoring* verifichi che vi sia una positiva indicazione del variometro VSI e dell'altimetro e dopo di che annunci “*positive rate*”, portando la leva del carrello in posizione UP.

**Go-Around Procedure Single Channel or Manual - Pilot Flying
 and Pilot Monitoring < RYR >**

PILOT FLYING	PILOT MONITORING
Push TO/GA switch. Call "GO-AROUND - FLAPS 15." If full G/A thrust is required, push the TO/GA switch again after reduced G/A thrust is established.	Confirm thrust advances toward G/A. Call "FLAPS 15", position FLAP lever to 15 and monitor flap retraction.
Rotate to go-around attitude and call "SET GO-AROUND THRUST."	
Verify mode annunciation.	
When positive rate of climb is indicated, call "GEAR UP" and monitor acceleration.	Verify that both VSI and altimeter indicate a positive rate of climb and call "POSITIVE RATE" and move the gear lever to the UP position.
Check flight instrument indications (MCP speed window blanks.)	
Above 400 feet, call for appropriate roll mode and commence flap retraction.	Verify annunciation. Position FLAP lever as directed, monitor flaps and slats retraction and call "FLAPS UP, NO LIGHTS."

Figura 33: dal FCOM.

Le *standard call out* durante la fase di avvicinamento ILS per l'atterraggio o per l'eventuale *go around* sono riportate nel FCOM e nel FCTM, di cui si riporta l'estratto in figura. Come si può notare i criteri che determinano le chiamate "CONTINUE", "LANDING", "GO AROUND" si basano sull'acquisizione o meno dei riferimenti visivi per l'atterraggio.

Standard Callouts - ILS Approach	
CONDITION / LOCATION	CALLOUT (Pilot Monitoring, unless noted)
First positive inward motion of localizer pointer	“LOCALIZER ALIVE”
First positive motion of Glide Slope pointer	“GLIDE SLOPE ALIVE”
Final approach fix inbound	“OUTER MARKER/FIX, ___ FT”
500 ft. AFE (Check autoland status annunciator, if applicable)	“500 FEET” (F/D or single autopilot approach) Autoland status “FLARE ARMED” (Autoland callout only) Autoland status “LAND 2 or LAND 3 or NO AUTOLAND”
100 ft. above DA(H) (fail passive airplanes)	“APPROACHING MINIMUMS”
Individual sequence flasher lights visible	“STROBE LIGHTS”
At AH (fail operational airplanes) - check autoland status annunciator	“ALERT HEIGHT”
At DA(H) with individual approach light bars visible	“MINIMUMS - APPROACH LIGHTS / RED BARS” (if installed)
At DA(H) - Suitable visual reference established, i.e., PM calls visual cues	PF: “CONTINUE”
At DA(H) - Suitable visual reference not established, i.e., PM does not call any visual cues or only strobe lights	PF: “GO AROUND”
At minimums callout - If no response from PF	“I HAVE CONTROL _____” (state intentions)
Below DA(H) - Suitable visual reference established	“THRESHOLD/RUNWAY TOUCHDOWN ZONE”
Below DA(H) - Suitable visual reference established	PF: “LANDING”
Below DA(H) - Suitable visual reference not established, i.e., PM does not call any visual cues	PF: “GO AROUND”

Figura 34: *standard call out.*

Le procedure operative in vigore presso l’operatore coinvolto nell’incidente sono illustrate nel *Ryanair Operations Manual* (OM), Part A. In particolare, il capitolo 8 definisce le “*Operating Procedures*”, rimarcando, al punto 8.0.2, come la filosofia operativa sia illustrata nel FCOM, nel QRH e nel FCTM: «The operating philosophies are presented in the FCOM Vol 1, Normal procedures, QRH and FCTM (Flight Crew Training Manual).».

La procedura di *go around* è illustrata al punto 8.3.0.3.3 del Ryanair OM e anche in questo caso il riferimento è ai profili illustrati nel FCOM, QRH e FCTM: «The conduct of the Go-Around and the areas of responsibility for each crew member, the standard operating procedure, and the Go-Around profiles are presented in FCOM Vol 1, Normal Procedures,

and QRH for non-normal Go-Around procedures. Additional guidance is provided in the Boeing Flight Crew Training Manual.».

Quando effettuare il *go around* viene descritto al successivo punto 8.3.0.3.9. Qui si specifica come la manovra debba venire attuata se i riferimenti visivi per l'atterraggio non siano stati acquisiti al raggiungimento della MDA o DA.

Inoltre la manovra dovrà essere iniziata se:

1. il successo dell'avvicinamento diventi dubbio, per esempio l'avvicinamento non sia stabilizzato entro i 500 piedi AAL (300 piedi AAL dopo *circling*), se la *landing threshold* non venga chiaramente identificata, ecc.;
2. nel caso di *engine failure* in finale, quando in IMC e sotto i 1000 piedi AAL;
3. se sotto i 1000 piedi AAL abbia luogo qualsiasi deviazione significativa dal normale sentiero di avvicinamento e l'azione correttiva non abbia un immediato effetto risolutivo;
4. se, a meno di non essere in VMC, insorga il dubbio che l'ausilio utilizzato per l'avvicinamento non funzioni correttamente;
5. su indicazione dell'ATC;
6. su decisione del comandante;
7. nel caso di attivazione del *flap load relief* dopo il *landing gate* applicabile (1000 piedi AAL IMC o 500 piedi AAL VMC).

I criteri di definizione di avvicinamento stabilizzato sono elencati nel FCOM vol. 1.

La condizione di avvicinamento stabilizzato, secondo la definizione Ryanair, è:

- essere alla corretta velocità di avvicinamento finale o in correzione se a meno della V_{ref} ;
- oppure a più della $V_{app}+10$ nodi;
- la velocità verticale sia proporzionale alla attuale *ground speed*;
- la VS non sia superiore a 1000 piedi/minuto in modo continuativo, a meno che richiesto dalla procedure in vigore e precedentemente commentato in briefing;
- sul profilo di avvicinamento e in configurazione di atterraggio;
- il valore di *engine* N1 all'appropriato *thrust setting*.

Vengono quindi definiti i *landing gate Ryanair*, ovvero le quote a cui l'aeromobile deve essere stabilizzato, con la *landing checklist* completata. In caso contrario viene indicato l'obbligo del *go around*.

Per l'avvicinamento di precisione ILS il *landing gate* è di 1000 piedi AAL in IMC e di 500 piedi AAL in VMC.

Segue la descrizione dei criteri per la chiamata "500 continue"/"500 go around", secondo i quali al fine di chiamare "500 continue", il PM deve avere accertato che:

- la velocità sia alla V_{ref} o $V_{ref}+20$ nodi;
- l'aeromobile verticalmente sia sul *glide path* (+/- 1 dot oppure 3 rosse/3 bianche del PAPI);
- l'aeromobile orizzontalmente sia sulla *centerline* (+/- 1 dot);
- il *thrust setting* appropriato sia applicato;
- la *landing checklist* sia completata;
- la velocità verticale sia proporzionale alla *ground speed* corrente ma non superiore a 1000 piedi/minuto a meno che non sia stato commentato in briefing.

Se uno di questi parametri non possa essere confermato, la chiamata è "500/go around".

Il FCTM fornisce informazioni e raccomandazioni su manovre e tecniche di pilotaggio ed ha lo scopo di fornire informazioni di supporto alle procedure illustrate nel FCOM; fornisce inoltre chiarimenti sulle tecniche utili al pilota per effettuare le citate procedure in modo più sicuro ed efficiente.

Nelle "Non-Normal Operations" vengono descritte le tecniche di pilotaggio associate alle "Non-Normal Checklists" elencate nel QRH e sono fornite ulteriori linee guida per situazioni oltre lo scopo delle NNC.

Il *Manuale* in questione, nelle linee guida generali, specifica che se nella fase di avvicinamento ed atterraggio si verifici una situazione non normale, un avvicinamento affrettato potrebbe spesso complicare la situazione. A meno che le circostanze non richiedano un atterraggio immediato, viene indicato di completare tutte le azioni correttive prima di iniziare l'avvicinamento finale («Approach and Landing. When a non-normal situation occurs, a rushed approach can often complicate the situation. Unless circumstances require an immediate landing, complete all corrective actions before beginning the final approach.»).

Lo stesso FCTM fa inoltre alcune considerazioni sul *go around* nel caso di malfunzionamento di un motore durante l'avvicinamento finale. Se sopraggiunge un malfunzionamento del motore durante l'avvicinamento finale con i flap in posizione di atterraggio, la decisione se continuare l'avvicinamento o eseguire un *go around* dovrebbe essere presa immediatamente. Se viene proseguito l'avvicinamento ed è disponibile spinta sufficiente, continuare l'avvicinamento con i flap in configurazione di atterraggio. Se viene proseguito l'avvicinamento e la spinta disponibile non è sufficiente per la configurazione con i flap in posizione di atterraggio, retrainare i flap a 15° e regolare la spinta sul motore funzionante («If an engine failure should occur on final approach with the flaps in the landing position, the decision to continue the approach or execute a go-around should be made immediately. If the approach is continued and sufficient thrust is available, continue the approach with landing flaps. If the approach is continued and sufficient thrust is not available for landing flaps, retract the flaps to 15 and adjust thrust on the operating engine. [omissis]. If a go-around is required, follow the Go-Around and Missed Approach procedures except use flaps 15 initially if trailing edge flaps are at 30 or 40. Subsequent flap retraction should be made at a safe altitude and in level flight or a shallow climb.»).

Il QRH tratta in modo sintetico le procedure non normali.

Nella parte introduttiva (“*Checklist Introduction – Non-Normal Checklist – CI.2.2*”) viene specificato come non possano essere definite procedure per ogni specifica situazione immaginabile e che le *checklist* non possano sostituire il buon senso e la discrezionalità e le valutazioni del comandante («While every attempt is made to provide needed non-normal checklists, it is not possible to develop checklists for all conceivable situations, especially those involving multiple failures. In some unrelated multiple failure situations, the flight crew may combine elements of more than one checklist or exercise judgment to determine the safest course of action. The captain must assess the situation and use good judgment to determine the safest course of action. [omissis] Pilots must be aware that checklists cannot be created for all conceivable situations and are not intended to replace good judgment. In some conditions, deviation from checklists may, at the captain’s discretion, be needed.»).

In conclusione, non sono state rinvenute nella manualistica operativa in vigore all’epoca dell’incidente delle indicazioni o delle linee guida che potessero essere di supporto nella costruzione del processo decisionale dell’equipaggio, aiutandolo a decidere, nel caso in cui fosse insorta una condizione non normale nelle fasi terminali dell’avvicinamento, se

effettuare una manovra di mancato avvicinamento o, se, piuttosto, proseguire sino all'atterraggio. Al riguardo, in relazione a quanto testé evidenziato, è interessante un raffronto con un'altra situazione altamente critica in cui può trovarsi un equipaggio (quella dell'aborto in decollo), per la gestione della quale il citato FCOM fornisce, invece, delle linee guida dettagliate in relazione ai criteri da adottare per decidere se interrompere il decollo o se proseguirlo.

Come evidenziato anche recentemente da studi specifici⁴, sebbene la manovra di *go around* rientri tra le procedure normali, la stessa, tuttavia, può presentare delle criticità.

1.18.5. Tracciati radar

Il servizio di controllo di avvicinamento per RYR41CH è stato fornito attraverso l'ausilio del radar.

La registrazione dei dati radar del volo RYR41CH, secondo la base dei tempi normalizzata, ha mostrato l'ultimo *radar plot* alle 06.56'22", ma gli ultimi due *radar plot* mostravano una indicazione di traccia navigata⁵ e pertanto venivano scartati per l'analisi del tracciato radar.

La figura successiva riporta gli ultimi 30 secondi di intercettazione ed elaborazione del tracciato radar del volo RYR41CH, rappresentati graficamente in verde sul supporto di *Google Earth* fra gli indici da 1 a 7, ciascuno con intervallo di circa 5 secondi, con inizio alle 06.55'42" ed ultimo alle 06.56'12".

Per effetto degli arrotondamenti ai minuti e secondi interi delle coordinate geografiche nel programma di trasposizione su *Google Earth* delle stringhe di registrazione dei *radar plot*, la rappresentazione dell'asse longitudinale del percorso dell'aeromobile appare traslata di circa 80 m ad Est e ne è stato, artatamente, riproposto il possibile percorso reale, in proiezione al suolo, attraverso la linea gialla con l'ultima sezione in celeste, coerente con il percorso dell'aeromobile ricostruito sulla scorta dei dati del FDR, inclusa l'evidente deviazione a destra in corrispondenza dell'indice 3.

⁴ FSF, *Go-Around Decision-Making and Execution Project*, marzo 2017, disponibile in https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2017/03/Go-around-study_final.pdf.

⁵ Il processo, denominato "*processo di tracking*", differenzia le due fasi attraverso una specifica indicazione grafica in presentazione (simbolo di presentazione radar sormontato da una o più linee orizzontali) e nella registrazione di ogni singola stringa di elaborazione (traccia non navigata, ovvero simbolo di presentazione corrispondente a risposta radar registrata, oppure traccia navigata, ovvero simbolo di presentazione corrispondente a mancanza di risposta radar registrata).



Figura 35: ricostruzione tramite dati radar traiettoria finale (su supporto Google Earth).

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

Non pertinente.

CAPITOLO II

ANALISI

2. GENERALITÀ

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

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

2.1. FATTORE AMBIENTALE – AEROPORTO

2.1.1. Procedure allontanamento volatili

Dall'esame della normativa richiamata al paragrafo 1.10. sarebbe emersa una non completa conformità della sezione MOV/11 contenuta nel *Manuale di aeroporto* vigente alla data dell'evento con quanto previsto dalla circolare ENAC APT-01A.

In particolare, alla luce di quanto precisato nella sezione MOV/11, l'attività di prevenzione e allontanamento dei volatili si sarebbe sostanzialmente concretizzata, alla data dell'incidente, nella effettuazione di una serie di ispezioni (verifiche), che potevano essere ad orario programmato, su richiesta o a seguito di segnalazione di presunto impatto. Non ci sarebbe invece traccia, nella medesima sezione MOV/11, delle procedure, ragionevolmente più incisive, tramite le quali la BCU avrebbe dovuto esercitare «un'azione continua di vigilanza sul sedime aeroportuale e di disturbo della fauna», così da indurre quest'ultima a considerare l'aeroporto luogo sgradevole e non sicuro.

In linea, conseguentemente, con quanto previsto dalla documentazione vigente, il personale della BCU, la mattina dell'incidente, si limitava ad effettuare la prima delle tre ispezioni programmate.

Lo stesso personale della BCU era comunque consapevole della presenza di storni sull'aeroporto già dai giorni precedenti quello dell'incidente (rilevamento di circa 1300 esemplari, individuati e allontanati la sera precedente). In tale contesto pare opportuno rappresentare che il comandante ha fatto presente all'ANSV che non vi erano NOTAM che informassero sulla presenza di volatili.

Ciò premesso, tenuto conto dell'estrema mobilità e imprevedibilità di comportamento dello storno, una più efficace azione di prevenzione e quindi di contrasto della presenza degli

uccelli in questione parrebbe realizzabile proprio tramite un'opera di costante vigilanza e di allontanamento, piuttosto che attraverso ispezioni periodiche.

Le procedure poste in essere dal gestore aeroportuale per la prevenzione del rischio di *bird strike* sono, alla data della presente relazione, molto diverse rispetto a quelle in vigore alla data dell'incidente e sono strutturate in modo tale da assicurare anche la costante sorveglianza delle aree di volo per evitare la presenza di volatili.

Relativamente all'attività di sorveglianza da parte del personale della TWR, dalla normativa applicabile emerge che le funzioni di sorveglianza siano strettamente connesse con la fornitura del servizio ATS, e non funzionali ad una mera attività di vigilanza dell'ambiente circostante. Pertanto, in mancanza di qualsiasi condizione ostativa all'atterraggio, sussistevano i presupposti affinché il CTA TWR desse al RYR41CH, già al momento del primo contatto radio, la relativa autorizzazione all'atterraggio.

2.1.2. Ricostruzione del punto di impatto con i volatili

Dalle dichiarazioni testimoniali acquisite dall'ANSV (comandante dell'EI-DYG, comandante del C525 I-DEAC, controllore TWR) non è stato possibile stabilire, in maniera univoca, da dove si sia originato il volo degli storni.

La determinazione univoca e precisa del punto di involo degli uccelli non è tuttavia così rilevante ai fini dell'analisi dell'efficacia delle procedure, in quanto questi ultimi si sono comunque venuti a trovare in prossimità o all'interno del sedime aeroportuale, in aree altamente sensibili per il traffico aereo, ed i mezzi disponibili e le ispezioni programmate si sono dimostrate, nei fatti, inefficaci nell'individuare, con tempismo ed efficacia, la loro presenza.

L'analisi che segue si concentrerà, pertanto, sul momento e sulla posizione di impatto degli uccelli con il B737 e sulle fasi successive all'impatto stesso.

Dalla analisi del CVR e FDR, dal ritrovamento dei resti dei volatili, dai rilievi effettuati sul velivolo e dalle dichiarazioni testimoniali è stato possibile stabilire il punto di impatto e quantificare il numero di volatili che hanno interessato fusoliera e motori.

In particolare, grazie alla sincronizzazione della registrazione CVR con i dati FDR, è possibile localizzare il punto in cui il comandante esclama ripetutamente «Ahi!» (punto corrispondente al tempo 06.55'49", sostanzialmente sulla verticale della recinzione aeroportuale).



Figura 36: punto di avvistamento volatili sulla traiettoria velivolo.

È stato altresì possibile definire il punto in cui avvengono l'applicazione del TO/GA ed il contemporaneo “bang”, corrispondente allo stallo di entrambi i motori e all'impatto con gli storni (punto corrispondente al tempo 06.55'51", a circa 100 m dall'inizio della pista).



Figura 37: punto di stallo motori ed impatto con volatili.

Quest'ultimo punto risulta sostanzialmente sulla verticale dell'area di massima concentrazione di carcasse di volatili ritrovata sul terreno.

2.2. AEROMOBILE

Dalle testimonianze e dalle evidenze disponibili non sono emerse problematiche di carattere tecnico a carico dell'aeromobile fino al momento dell'impatto con i volatili.

I danni causati alla cellula ed ai comandi di volo dall'impatto con i volatili sono irrilevanti per quanto riguarda il funzionamento e la condotta successiva all'impatto dell'aeromobile e

dei suoi sistemi; sono invece rilevanti per quanto riguarda il funzionamento dei motori, cui verrà dedicato uno specifico paragrafo nelle analisi che seguono.

Cellula

I danni presenti sulla cellula sono tutti coerenti con l'assetto e le velocità con cui l'aeromobile è venuto a contatto con la pista e con l'impatto con lo stormo di volatili.

Carrello

L'elevata velocità verticale (1064 piedi/minuto) ed un assetto non livellato (circa 10° di *pitch up* e 6° di *roll* a sinistra), hanno portato l'aeroplano a toccare inizialmente la pista/raccordo "AC" con il carrello sinistro e coda, successivamente con i carrelli destro e anteriore.

L'accelerazione verticale registrata al momento del contatto con la pista (2,66 g) non risulta particolarmente elevata; i danni strutturali a carico del carrello sinistro trovano spiegazione nell'asimmetria, all'atterraggio, precedentemente descritta, dove l'energia all'impatto è stata assorbita soprattutto dal carrello sinistro: ciò ha causato un cedimento delle strutture resistenti dello stesso e lo sfondamento, da parte dell'ammortizzatore, della semiala sinistra. Il cedimento del carrello sinistro ha portato al contatto la parte inferiore della gondola motore sinistro con la superficie della pista.

Durante la corsa di atterraggio, l'azione frenante è stata esercitata attraverso i freni, gli spoiler di entrambe le semiali e il *thrust reverse* sul motore di sinistra, i cui portelli sono poi rimasti aperti a causa dell'interferenza della gondola motore con la superficie della pista.

Motori

Il funzionamento di entrambi i motori risulta regolare fino all'attivazione del comando TO/GA.

Nel momento in cui viene comandato il *go around*, con la contestuale applicazione del comando TO/GA, si verifica una significativa caduta dei giri N1 di entrambi i motori (circa il 17% per il motore destro, 10% per il motore sinistro), una modesta riduzione dei giri N2 (di circa il 3%), mentre le temperature EGT di entrambi i motori sperimentano un significativo incremento, pari a circa 300 °C nei successivi 24 secondi.

Entro 1 secondo dall'applicazione del comando TO/GA, su entrambi i motori viene registrata una condizione di *stall mode 3*, indicativa di uno stallo profondo riguardante entrambi i motori e coerente con la caduta di N1 ed il repentino incremento delle EGT.

Il campionamento dei giri N1, effettuato ogni 4 secondi, non consente di escludere che la caduta di N1 possa essere iniziata nei 3 secondi che costituiscono l'intervallo temporale fra il dato registrato a ore 06.55'48" (N1 a circa 62%) ed il dato registrato a ore 06.55'52" (caduta sensibile degli N1); in particolare, non esclude che il calo di giri possa essere iniziato nei due secondi che precedono l'attivazione del comando TO/GA, avvenuta a 06.55'51".

Riguardo a tale aspetto, è utile analizzare nel dettaglio il comportamento di un altro dei parametri indicativi di una condizione di stallo, le EGT: nel lasso temporale costituito dai 2 secondi intercorrenti fra l'ultimo valore di N1 registrato (06.55'48") e l'applicazione del comando TO/GA (06.55'51"), non si registrano variazioni significative di temperatura, che invece incrementa significativamente il proprio valore solo dopo l'attivazione del comando TO/GA (di circa 100 °C, 2 secondi dopo l'applicazione di TO/GA).

L'analisi condotta sui regimi vibratorii registrati per i *fan* e HPC di entrambi i motori indica l'assenza di vibrazioni anomale nei secondi precedenti all'applicazione del comando TO/GA.

L'investigazione condotta presso GE Cardiff indica, come causa dei *surge* sperimentati da entrambi i motori, la presenza di notevoli quantità di resti organici nei *booster* dei *fan* e nei *core* di entrambi i motori, che ha alterato significativamente il flusso aerodinamico al loro interno, tanto da generare i *surge* di cui sopra.

I dati disponibili indicano che gli effetti di questa alterazione del flusso aerodinamico (forti variazioni di N1 ed EGT) si sono palesati contestualmente all'applicazione di massima potenza tramite il comando TO/GA; questa alterazione del flusso aerodinamico non ha prodotto effetti sui parametri motore prima di TO/GA.

Le considerazioni di cui sopra consentono di formulare due ipotesi, relativamente al momento in cui possa essere avvenuta l'ingestione dei volatili da parte dei motori:

1. contestualmente all'applicazione del TO/GA, vista l'assenza di variazioni significative sia in termini di vibrazioni che di parametri motore prima di tale momento;
2. prima dell'applicazione del comando TO/GA, ma senza che questa abbia causato variazioni dei principali parametri motore.

La prima ipotesi è senz'altro la più probabile; si può pertanto ragionevolmente ritenere che l'ingestione dei volatili possa essere avvenuta contestualmente all'applicazione del comando TO/GA, non avendo il FDR registrato variazioni significative nel funzionamento di entrambi i motori prima di questo momento.

Per una valutazione della rispondenza dei motori ai requisiti di certificazione rispetto alla resistenza all'ingestione volatili è necessario valutare numero e peso totale dei volatili ingeriti.

Il numero di impatti presenti sui *fan* (55 e 30, rispettivamente per sinistro e destro), pur non essendo direttamente indicativo del numero di uccelli che sono effettivamente stati ingeriti dai singoli motori – vista la frammentazione del volatile che si può verificare dopo il primo impatto ed i successivi impatti multipli che lo stesso uccello può causare – è comunque indicativo di una notevole quantità di volatili ingeriti.

Questa considerazione trova conferma nella notevole quantità di depositi organici individuati internamente ad entrambi i motori (maggiore nel motore destro, a dispetto del minor numero di impatti sul relativo *fan*) e ritenuti causa dei *surge* sperimentati dai motori.

Quanto sopra porta a ritenere che il numero ed il peso dei volatili ingeriti dai motori sia stato certamente elevato, anche se non precisamente quantificabile.

Le norme di certificazione applicabili (CS-E 800 e, con qualche differenza dalla precedente, FAA 14 CFR 33.76) richiedono, in caso di impatto con uccelli di piccole dimensioni, che l'ingestione da parte dei motori degli stessi non porti ad alcuna delle seguenti condizioni:

1. perdita di più del 25% di potenza in regime di TO/GA;
2. spegnimento del motore.

I requisiti fissati in termini di numero di uccelli e peso totale variano in funzione del valore dell'*Engine Inlet Throat Area* (l'area relativa al diametro D_t , riportato nell'immagine che segue).

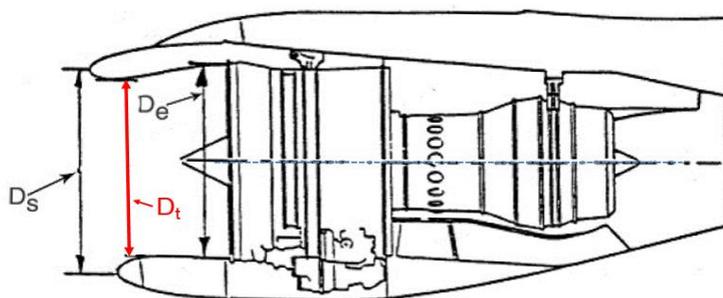


Figura 38: *Engine Inlet Throat Diameter* (D_t).

La *Engine Inlet Throat Area* per il motore CFM56-7B26/3 è pari a 2570 in^2 (1.658 m^2).

Per questo valore di *Engine Inlet Throat Area*, la normativa riporta un valore massimo di 16 uccelli aventi un peso unitario di 85 grammi (rispondente, sostanzialmente, al peso medio di uno storno adulto).

Alla luce di quanto argomentato riguardo all'impossibilità di determinare con precisione il numero di volatili effettivamente ingeriti da entrambi i motori, è comunque possibile ipotizzare che la quantità di uccelli ingeriti dagli stessi sia stata molto probabilmente superiore a quanto richiesto dalle norme di certificazione di riferimento.

Le considerazioni di cui sopra portano pertanto a ritenere che non vi siano state carenze di progettazione/certificazione a carico dei motori, avendo gli stessi ingerito un numero e un peso complessivo di volatili superiore ai quantitativi previsti dai requisiti di certificazione.

2.3. CONDOTTA DEL VOLO

Dalla analisi delle registrazioni CVR, dai dati dell'FDR, dalle dichiarazioni testimoniali, dalle evidenze video fotografiche e da quelle raccolte sul luogo dell'incidente è stato possibile ricostruire quanto segue.

2.3.1. Operazioni a terra, decollo, crociera e discesa fino al disinserimento degli automatismi

Il B737 marche EI-DYG, operante il volo FR4102, nominativo radio RYR41CH, prima tratta della giornata per l'equipaggio, è stato condotto sin dalle sue fasi iniziali con il FO (CM-2) nel ruolo di PF ed il comandante (CM-1) nel ruolo di PM; il velivolo era decollato dalla RWY 21 di Frankfurt Hahn alle ore 05.31'24" diretto a Roma Ciampino, con 172 persone a bordo.

Le procedure di messa in moto, rullaggio, decollo, salita si sono svolte senza alcun imprevisto od evento significativo.

Dopo il decollo e l'iniziale clearance a GROSTENQUIN e a FL240, il volo è stato autorizzato alla salita al livello finale di crociera FL370 e ad una rotta TRASADINGEN-ODINA-RUXOL.

Il volo risultava quindi in perfetto orario e le condizioni meteorologiche presso l'aeroporto di destinazione erano ottimali.

Subito dopo avere cominciato la discesa, livellati a FL330 ed in attesa di ulteriore autorizzazione a scendere, il FO PF effettuava un approfondito *briefing* sull'avvicinamento, comprensivo della descrizione della procedura di avvicinamento ILS "Z" per RWY 15 a Ciampino e del controllo della procedura di mancato avvicinamento.

Il *briefing* è stato effettuato in accordo alle procedure di compagnia (B737 FCOM e FCTM, OM) ed ha coperto ogni aspetto, sia riferito alla procedura strumentale, sia alla validazione dei dati inseriti nel sistema di navigazione di bordo.

Il *briefing* dell'FO PF ha coperto la *standard arrival procedure* Bolsena 3F, le limitazioni di velocità: in particolare, le quote della STAR, le frequenze e le radioassistenze, il profilo e lo sviluppo della procedura ILS, la MSA, la DA di 720 piedi e l'elevazione dell'aeroporto.

Sono state commentate le condizioni meteorologiche ed è stata enunciata dal CM-2, con sicurezza e senza esitazione, alla stregua di una procedura *phase 1* o *memory item* (come avviene, per esempio, quando si pronuncia ad alta voce la procedura di aborto in decollo durante il *briefing* che precede il decollo) la procedura del *go around*, così come prevista dal FCOM.

È stata infine commentata, inserita e validata la rotta del mancato avvicinamento.

Non è stata fatta menzione, in tale circostanza (come possibile indicatore di una eventuale consapevolezza, da parte dell'equipaggio, della presenza di avifauna sullo specifico aeroporto), della possibile presenza di uccelli sull'aeroporto o di procedure precauzionali in caso di potenziale incontro/impatto con volatili.

Proprio in seguito alla constatazione che le condizioni meteorologiche sull'aeroporto di destinazione risultavano ottimali, il comandante, nel corso della discesa, ha offerto la possibilità al primo ufficiale di effettuare l'avvicinamento in modalità manuale per addestramento e di condurre il velivolo senza l'impiego degli automatismi, pratica all'epoca dei fatti consentita dall'operatore e ritenuta importante dal comandante per lo sviluppo ed il mantenimento delle capacità di pilotaggio manuale.

Alle ore 06.43'05", attraversando 16.800 piedi in discesa, è stato disinserito l'autopilota, l'*autothrottle* ed il *flight director*, volando quindi nella modalità definita *raw data*.

Il velivolo, da tale momento fino all'atterraggio, è stato condotto manualmente.

2.3.2. Dal disinserimento degli automatismi all'avvicinamento fino al momento prima dell'acquisizione visiva dei volatili

Roma Radar autorizzava il volo alla procedura di avvicinamento ILS "Z" per RWY 15 all'aeroporto di Ciampino; dopo che il velivolo aveva livellato a FL90, veniva fornito a quest'ultimo il vettore 160° per l'intercettazione del localizzatore; seguiva l'ulteriore autorizzazione alla discesa a 6000 piedi e a procedere verso NDB URBE diretto. In tale fase il comandante confermava di avere la pista in vista.

L'avvicinamento veniva condotto in modalità stabilizzata ed in accordo con le procedure approvate dall'operatore, sebbene l'estrazione del carrello di atterraggio sia stata anticipata rispetto a quanto previsto, per facilitare il controllo della velocità e permettere di smaltire l'eccesso di quota più rapidamente, anche in considerazione della limitazione di velocità imposta dal controllo del traffico aereo per sequenziare il traffico in avvicinamento.

Infatti il carrello di atterraggio è stato estratto alle 06.50'13", ad una quota QNH di 6192 piedi. Alle 06.51'40", ad una quota di 3831 piedi, venivano selezionati i flap a 5°.

Con i flap a 5° è avvenuta l'intercettazione del localizzatore (il comandante ha comunicato, alle 06.52'18", «You can start turning», il FO, alle 06.52'22" «LOC alive»).

Al primo contatto radio con Ciampino TWR, il comandante confermava di essere stabile sul localizzatore e a 9 NM dall'aeroporto. La TWR forniva l'autorizzazione all'atterraggio e l'ultima situazione meteorologica sull'aeroporto, caratterizzata da vento calmo e CAVOK.

Alle 06.53'22" avveniva la comunicazione, all'interno del *cockpit*, «We have glide slope capture» da parte del FO.

L'avvicinamento, volato appunto in modalità manuale, è stato caratterizzato da alcune deviazioni rispetto al localizzatore, corrette dal CM-2 con *input* verbali del comandante.

A tal proposito, durante l'avvicinamento si sono registrati alcuni interventi verbali del comandante rivolti alla condotta dell'ILS, in particolare riferiti all'allineamento sul localizzatore, come evidenziato di seguito.

A partire dalle 6 NM circa è iniziato uno scostamento dal localizzatore.

Dopo la selezione flap 15, nel corso dell'effettuazione dei controlli pre-atterraggio, il comandante richiamava l'attenzione del FO per correggere, al più presto, l'allineamento («Look at the localizer my friend» e «Oh, yes please... come back»).

Tale situazione, iniziata intorno alle 6 NM, veniva corretta a partire dalle 3,5 NM circa, quando l'aeromobile si stabilizzava nuovamente sul localizzatore a circa 1 NM dalla pista.

Il comandante, successivamente, continuava a fornire indicazioni per il mantenimento dei parametri. Dopo l'avviso sintentico «*ONE THOUSAND*», «Continue a little bit to the left», «A little bit to the left... like that», «Look at your speed. Ok, continue like that», «Ok, a little bit to the right»; dopo l'avviso sintentico «*MINIMUMS*», «Reduce the speed a bit, you are high».

La configurazione finale per l'atterraggio, con la selezione dei flaps a 40°, è avvenuta alle 06.54'52" ad una quota radalt di 996 piedi e ad una distanza dal campo di circa 2,5 NM.

Seguiva quindi il completamento dei controlli pre-atterraggio come previsto dalla *checklist*.

Dopo l'avviso sintetico "ONE THOUSAND" e prima dell'avviso "MINIMUMS", il comandante, dopo avere detto «A little bit to the left... like that», chiedeva al FO «Do you have the runway in sight?». Il FO rispondeva affermativamente.

Al momento dell'avviso sonoro "MINIMUMS", registrato dal CVR alle 06.55'30", l'aeromobile si trovava a circa 1 NM dalla testata pista, configurato per l'atterraggio ed allineato con la *center line*, ad una CAS di 145 nodi, quindi superiore di 9 nodi alla Vref (136 nodi) e di 4 nodi rispetto alla *target speed* computata (Vref + 5 nodi), ad una velocità verticale di 688 piedi/minuto.

All'avviso "MINIMUMS" aveva avuto luogo la *call out* pressoché simultanea del comandante («Continue») e del FO («Land»).

Quindi è possibile asserire che, secondo i criteri riportati sulla documentazione operativa, a 500 piedi AGL l'aeromobile si trovasse all'interno dei parametri che definiscono l'avvicinamento "stabilizzato", per cui poteva proseguire per l'atterraggio.

In base a quanto riferito dal comandante in sede di intervista, fino al momento dell'avvistamento ed impatto con i volatili, egli riteneva di potere continuare la manovra di avvicinamento ed atterraggio in sicurezza, considerati i parametri presenti, come anche avvalorato dalla chiamata «Continue».

In tale fase il PF (FO) riteneva che tutte le condizioni necessarie per poter procedere all'atterraggio fossero soddisfatte; inoltre, dalla dichiarazione «Land», si desume che questi fosse mentalmente preparato ad effettuare la manovra di atterraggio.

Il comandante ha continuato a fornire indicazioni verbali per correggere i parametri: alle 06.55'33", infatti, quando l'aeromobile si trovava a circa 1 NM dalla THR, ad una CAS di 145 nodi, ordinava con tono sereno e controllato: «Reduce the speed a bit, you are high».

Lo stesso comandante ha dichiarato che si sentiva confidente che la deviazione dei parametri di quota e velocità posseduti rispetto a quelli previsti fosse di entità tale da poter essere agevolmente corretta nella restante fase di avvicinamento, così da effettuare un atterraggio in sicurezza.

2.3.3. Dalla fase di acquisizione visiva dei volatili all'impatto con il suolo

Alle 06.55'49", mentre il FO era impegnato a osservare gli strumenti di quota e velocità per riguadagnare i corretti parametri, commentando «Nice», a conferma della positiva correzione in corso, il comandante esclamava "Ahi!" (ripetuto per circa 10 volte nei successivi 2 secondi), avendo realizzato che uno stormo di volatili si stesse ripresentando sul sentiero di avvicinamento.

Alle 06.55'51", ad una quota radalt compresa tra 136 e 112 piedi e ad una distanza di circa 100 m dalla testata pista, intervenivano, pressoché simultaneamente, l'ordine del comandante «Go around» (ripetuto tre volte) e l'attivazione del TO/GA *pushbutton*.

Dalle dichiarazioni testimoniali non si può escludere che il comandante sia intervenuto istintivamente sulle *throttle*, anticipando, di fatto, l'azione comandata verbalmente al FO.

Le *throttle* sono state posizionate tutte avanti e i flap comandati da 40° a 10°, superando il "detent" posizionato nella posizione a 15°, proprio per evitare una retrazione oltre la posizione prevista per il *go around*. Dalla dichiarazione testimoniale del comandante, la selezione non è stata volontaria e neppure vi è stata consapevolezza dell'errore nella selezione. Tale azione è indicativa di una reazione ad una situazione inaspettata, tipica di quanto definito come "startle effect"⁶.

All'attivazione del TO/GA, quando le *throttle* sono state posizionate "tutto avanti", il canale ambientale del CVR ha registrato un forte "bang", rumore confermato dal comandante in sede di intervista ed attribuito dallo stesso all'impatto con lo stormo.

L'evidenza CVR, i parametri del motore e la posizione della massima concentrazione delle carcasse dei volatili al suolo indicano che l'impatto con i volatili (o meglio l'attraversamento dello stormo che ha causato multipli impatti) sia avvenuto simultaneamente all'attivazione, tramite il *push button*, del *go around*, in concomitanza con lo stallo dei motori e della comunicazione verbale del comandante «Go around... go around... go around», quando l'aeromobile era a circa 1 secondo dal raggiungimento della *threshold* RWY 15 ed a circa 7-8 secondi dal punto di normale contatto con la pista, con il velivolo tra 136 e 112 piedi radalt, 149,5 nodi e N1 62%.

All'attivazione del TO/GA (06.55'51"), è comparsa la simbologia del *Flight Director* indicante l'assetto necessario per la riattaccata; il FO ha impostato tale assetto, chiedendo i flap a 15°: entrambi i motori, invece di incrementare il regime di rotazione e fornire la spinta necessaria alla riattaccata, hanno invece subito una caduta di N1 dal 62% circa a valori

⁶ In materia si veda: Autori vari, *Startle and Surprise on the Flight Deck: Similarities, Differences, and Prevalence*, in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting – 2014*, disponibile in <https://pdfs.semanticscholar.org/61c0/73be673efa2f45cef0687f8f843eaefdf6a3.pdf>.

intorno al 40%, mentre la velocità verticale ha registrato una repentina riduzione, facendo registrare un lieve aumento della quota radalt (da 112 a 173 piedi), fino alle 06.56'01".

Quanto sopra ha determinato una sostanziale assenza di rateo positivo di salita, che non ha quindi indotto l'equipaggio ad intraprendere le successive azioni previste dalla *checklist* relativa al *go around*, fra cui la retrazione del carrello.

Alle 06.55'56" è stata comandata la selezione dei flap da 40° a 10°, posizione che è stata raggiunta alle 06.56'12", con il velivolo al suolo.

Dai dati del FDR si evince che il comandante abbia acquisito il controllo del velivolo alle 06.55'58", ovvero 7 secondi dopo l'attivazione del TO/GA.

Non sono intercorse comunicazioni tra i piloti riguardanti il passaggio di controllo del velivolo fino a quando lo stesso non ha iniziato la corsa di decelerazione al suolo.

Il comandante ha riferito che, in tale circostanza, è intervenuto tempestivamente sui comandi, rilevando però di non avere la spinta per proseguire la riattaccata e concentrando tutta la sua attenzione nel "guardare fuori". Ha quindi realizzato di essere all'interno del perimetro aeroportuale (esclamazione del comandante «On est dedans») e di essere in grado di portare l'aeromobile che aveva perso l'allineamento sulla destra probabilmente a causa di una spinta asimmetrica dei motori in riattaccata, sulla pista.

La variazione di assetto e l'assenza di spinta dei motori hanno comportato, fra l'altro, un rapido decremento della velocità ed un incremento dell'angolo di attacco.

Dalle 06.56'01" l'aeromobile ha iniziato a perdere quota, nonostante il comando a cabrare ancora applicato dall'equipaggio; alle 06.56'07", con una CAS di 122,75 nodi, si registra l'attivazione del "SINK RATE" ed alle 06.56'09" dello *stick shaker*, in corrispondenza della massima velocità verticale raggiunta dall'aeromobile pari a -1360 piedi/minuto (valore indicativo di una condizione sopravvenuta di stallo aerodinamico), di una progressiva diminuzione della velocità e di un aumento dell'angolo di attacco, che raggiungono rispettivamente i valori di 120,75 nodi e di 21° di AoA, un secondo prima del contatto con la pista, quando l'aeromobile si trovava ad una quota radalt di 21 piedi.

Alle ore 06.56'10", l'aeromobile ha toccato il suolo (commutazione del WOW) con assetto pari a *pitch* 10° e *roll* -6°, velocità indicata di 120,75 nodi, variometrica di -1064 piedi, accelerazione verticale di 2,66 g e laterale di -0,45 g.



Figura 39: punto di impatto con il suolo.

Il velivolo ha quindi perso quota a causa dello stallo aerodinamico, con le manette dei motori in posizione di richiesta di massima potenza, senza però che vi fosse la conseguente risposta da parte dei motori, ed ha impattato il suolo in prossimità della via di rullaggio “AC”, a circa metà della lunghezza totale della pista, con una accelerazione verticale di 2,66 g.

È stata approfondita la genesi della decisione di riattaccare del comandante.

La dichiarazione testimoniale di quest’ultimo ha fornito, al riguardo, alcuni spunti di riflessione («we are heavy, we have a bit of tailwind, we know that Ciampino has a bit short runway, it is CAVOK condition, we know we have Fiumicino close-by.»; «we know at that point that we hit something important. So maybe we have damages at the gear. We don’t know. I have doubt. As we were taught at that time, in case of doubt: go around. We were trained for that! And I believe it is still applicable. In case of doubt, go around.»).

Il comandante ha confermato inoltre come la lunghezza della RWY di Ciampino (2207 m), definita *a bit short* rispetto a quella di altri aeroporti, quali quello di provenienza (Hahn) o dell’alternato (Fiumicino), rappresentasse una criticità da lui considerata, se associata all’eventuale insorgere di un problema o ad una instabilità sui parametri, tali da potere influire sulla lunghezza della corsa di atterraggio, sia come conseguenza di un punto di contatto impreciso, sia per la riduzione delle prestazioni di frenata dell’aeromobile in caso di avaria.

A tal proposito, si è calcolata la effettiva distanza necessaria all’arresto del velivolo, estrapolata dalla *Advisory Information* del QRH, al fine di valutare quanto tale percezione di criticità fosse effettivamente motivata nelle condizioni specifiche della circostanza in analisi.

Considerando la massa dell'aeromobile all'atterraggio di 61.100 kg, una componente di vento in coda di 5 nodi, una velocità di $V_{ref} + 10$ kt, una temperatura di circa 10 °C al di sotto della ISA, *dry runway, max manual braking*, impiego dei T/R ed una altezza sulla *threshold* di 100 piedi (50 piedi al di sopra del *glide path* previsto), la ALD⁷ risulta pari a circa 1341 m, quindi bene inferiore alla lunghezza della pista disponibile.

Tuttavia, sebbene tale valore possa risultare non critico, è necessario puntualizzare che tale dato, ricavato dal QRH, trova applicazione solo nelle condizioni di emergenza o di ripianificazione in fase tattica. Infatti, il valore che viene considerato in sede di pianificazione, come previsto dalla regolamentazione applicabile, è la RLD⁸, che viene computata moltiplicando il dato di distanza di atterraggio necessaria ALD per un fattore pari a 1,67.

È inoltre percezione comune, suffragata dalle tabelle di prestazione e confermata anche da altri piloti che operano sull'aeroporto di Ciampino con velivolo B737, che, con *aircraft landing mass* superiore a 60.000 kg, la presenza di una componente di vento in coda superiore ai 5 nodi comporti la necessità di prestare particolare attenzione al mantenimento dei parametri e alla precisione nel punto di contatto.

È evidente, inoltre, che un ricalcolo preciso della ALD nella varietà delle casistiche contingenti ed alla luce delle eventuali avarie sopraggiunte non possa essere effettuato contestualmente al prosieguo dell'avvicinamento, ma solo una volta interrotto quest'ultimo, con il velivolo sotto controllo e separato dagli ostacoli.

Si presume, quindi, pur non disponendo del dato preciso ricavato in fase di pianificazione all'epoca dei fatti, che l'ordine di grandezza noto al comandante come RLD fosse tale da fare percepire, allo stesso comandante, come critica la lunghezza della pista disponibile, alla luce delle contingenti penalizzazioni (destabilizzazione dell'aeromobile in finale, componente di vento in coda).

⁷ «Actual landing distance is the distance used in landing and braking to a complete stop (on a dry runway) after crossing the runway threshold at 50 feet; [omissis] Actual landing distances are determined during certification flight tests without the use of thrust reversers» (FSF, *FSF ALAR Briefing Note 8.3 — Landing Distances*, disponibile in https://flightsafety.org/files/alar_bn8-3-distances.pdf).

⁸ «Required landing distance is the distance derived by applying a factor to the actual landing distance. [omissis] Required landing distances are used for dispatch purposes (i.e., for selecting the destination airport and alternate airports)» (FSF, *FSF ALAR Briefing Note 8.3 — Landing Distances*, disponibile in https://flightsafety.org/files/alar_bn8-3-distances.pdf).

2.3.4. Corsa di decelerazione al suolo

Le tracce al suolo indicano come l'impatto sia avvenuto prima con la parte inferiore del tronco di coda e carrello principale sinistro contro la superficie in asfalto della via di rullaggio "AC", poi con il carrello principale destro sul prato adiacente il bordo destro della pista, successivamente al collasso del carrello sinistro, con la gondola del motore sinistro.

L'aeromobile ha proseguito la corsa al suolo decelerando per mezzo dei freni, degli spoiler e del *thrust reverse* del solo motore di sinistra, che nella corsa di decelerazione ha raggiunto un valore massimo di N1 del 81%.

Durante la corsa al suolo, il comandante ha confermato di avere il controllo enunciando «My control».

Dopo 9 secondi (06.56'19") dal contatto con la pista, si è attivata l'indicazione di carrello sinistro non sicuro, indicata dalla commutazione del segnale "L GEAR WARNING".

Il velivolo si è arrestato in pista alle ore 06.56'38", a circa 50 m dalla fine della pista.



Figura 40: punto di arresto in pista.

Entrambi i motori sono stati spenti alle 06.56'52" (ENG CUTOFF).

Il *wind screen*, dopo l'atterraggio, evidenziava alcune tracce di collisione con volatili, tali da non compromettere la visione verso l'esterno da parte dell'equipaggio di condotta, come del resto confermato in sede di intervista dal comandante.

2.4. FATTORE UMANO

2.4.1. *Bird strike*: attività ricognitoria sulle linee guida/istruzioni esistenti

In questa sede, in relazione alla manovra di *go around*, è parso opportuno effettuare una ricognizione sulle linee guida/istruzioni esistenti in tema di azioni da intraprendere nel caso in cui, in corto finale, siano presenti dei volatili.

a) *Boeing*

Sul periodico *AERO*, della Boeing, numero 3 del 2011 (in data quindi successiva all'evento in esame) è stato affrontato l'argomento di interesse nell'ambito di un articolo dal titolo "*Strategies for Prevention of Bird-Strike Events*"⁹.

Nel paragrafo di tale articolo, intitolato "*Practical bird strikes information for flight crews*", vengono fornite le seguenti strategie di prevenzione.

Per prevenire o ridurre le conseguenze di un *bird strike*, l'equipaggio dovrebbe:

- discutere il *bird strike* durante il briefing di decollo o di avvicinamento in caso di operazioni su aeroporti con presenza di volatili nota o probabile;
- essere estremamente cauto se vengano segnalati volatili sul sentiero di avvicinamento finale; in tal caso, pianificare con una *landing distance* maggiore, per tenere conto della eventuale indisponibilità dei *thrust reverse* in caso di impatto con volatili.

Una ulteriore strategia di prevenzione viene indicata nel caso in cui l'atterraggio sia assicurato:

- è preferibile atterrare tra i volatili, piuttosto che effettuare una procedura di mancato avvicinamento finalizzata ad evitare gli stessi; ciò riduce l'energia dell'impatto, il potenziale di un danno maggiore in considerazione dell'elevato regime di rotazione dei motori ed il potenziale di ingestione multipla di volatili da parte dei motori, in condizioni di bassa energia cinetica e potenziale del velivolo.

Nel caso di impatto con volatili durante l'avvicinamento e l'atterraggio viene suggerito quanto segue:

⁹ Roger Nicholson (PhD Associate Technical Fellow, Aviation System Safety), William S. Reed (Safety Pilot, Boeing Flight Technical and Safety), *Strategies for Prevention of Bird-Strike Events*, in *Aero*, QTR 3/2011, 17 ss., disponibile in http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2011_q3/pdfs/AERO_2011_Q3.pdf.

- se l’atterraggio è garantito, continuare la manovra di atterraggio è l’opzione preferibile. Se ci si imbatte in uno stormo con numerosi volatili è consigliabile penetrare lo stormo ed atterrare, mantenendo un regime di funzionamento dei motori il più basso possibile e nel caso si sospetti una ingestione nei motori, limitando l’uso del *thrust reverse* all’atterraggio al minimo indispensabile per fermare il velivolo in pista, dal momento che l’utilizzo del *thrust reverse* può aumentare il danno al motore, specie quando siano presenti indicazioni quali vibrazioni o elevate temperatura dello stesso.

b) Airbus

Airbus, nell’ambito delle sue pubblicazioni, ha pubblicato, nelle *Airbus Flight Operations Briefing Notes*, un articolo sul tema “*Birdstrike Threat Awareness*”¹⁰, che pare utile richiamare nell’ambito della ricognizione sulle procedure ed indicazioni applicabili ad un generico *bird strike* in finale.

Airbus premette che la documentazione in esame (*Flight Operations Briefing Notes -FOBN*) è pubblicata con l’intento di fornire indicazioni a carattere generale in tema di «applicable standards, flying techniques and best practices, operational and human factors, suggested company prevention strategies and personal lines-of-defense related to major threats and hazards to flight operations safety».

Le strategie di prevenzione indicate in proposito suggeriscono, se in presenza di volatili in corto finale, di non riattaccare, ma di penetrare/volare attraverso lo stormo ed atterrare, cercando di mantenere un basso settaggio dei motori.

In tal caso l’uso dei *thrust reverse* all’atterraggio dopo un impatto con volatile dovrebbe essere evitato, in quanto potrebbe aumentare il livello di danneggiamento del motore, specialmente in presenza di indicazioni quali vibrazioni o alta temperatura del motore.

c) UK CAA

Una interessante nota della UK CAA, dal titolo “*Air Carrier Flight Crew Guide – Bird Strike Mitigation*”¹¹, riguardante la problematica rappresentata dai volatili in fase di atterraggio, sottolinea come, con il settaggio dei motori in fase di avvicinamento, un

¹⁰ Airbus, *Birdstrike Threat Awareness*, in *Flight Operations Briefing Notes*, disponibile in <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/181.pdf>.

¹¹ UK CAA, Capt. Paul Eschenfelder e Capt. Richard Sowden, *Air Carrier Flight Crew Guide – Bird Strike Mitigation*, disponibile in <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/2405.pdf>.

eventuale volatile ingerito dal motore possa transitare attraverso il *fan (by pass)* evitando di interessare il *core engine*, riducendo quindi la probabilità di causare danni gravi.

Se si penetra uno stormo di volatili in finale, con settaggio del motore tipico dell'avvicinamento ed in condizioni in cui l'atterraggio possa essere effettuato con tale settaggio, è preferibile continuare attraverso lo stormo e portarsi all'atterraggio. Infatti, l'elevato regime di giri motore con cui avrebbe luogo la penetrazione nello stormo in seguito ad un tentativo di manovra di mancato avvicinamento potrebbe determinare seri danni al motore e perdita di spinta.

Viene inoltre suggerito di prepararsi a transitare ad una momentanea condotta strumentale nel caso in cui il *windshield* venga oscurato dai resti di volatili.

d) SKYbrary

Il sito web Skybrary¹² contiene diversi contributi in tema di *bird strike*. Nel caso di specie, è parso interessante richiamare in questa sede un articolo dal titolo “*Bird Strike on Final Approach: Guidance for Flight Crews*”¹³.

Nell'articolo in esame sono prospettati due possibili scenari.

Il primo scenario considera un velivolo in avvicinamento, che, prossimo all'atterraggio, impatti un volatile. L'interrogativo da porsi è se sia preferibile che il pilota atterri o che inizi una procedura di mancato avvicinamento.

In tale situazione, la prima domanda da porsi è relativa all'entità del danno subito ed alle conseguenze, in termini di sicurezza, sulla condotta dell'aeromobile. La reale entità del danno ed in particolare del danno riferito al motore, alle superfici di governo o al carrello potrebbe non essere manifesta fino al momento in cui si proceda ad applicare potenza, configurare o manovrare l'aeromobile. Potrebbe quindi verificarsi la situazione in cui, dopo avere iniziato la manovra di mancato avvicinamento, il pilota si trovi in una situazione in cui la pista venga superata dall'aeromobile, ma quest'ultimo non sia in condizioni di volare, in condizioni di sicurezza, il mancato avvicinamento. Pertanto, in uno scenario del genere, risulta preferibile continuare l'avvicinamento ed atterrare.

¹² «SKYbrary is an electronic repository of safety knowledge related to flight operations, air traffic management (ATM) and aviation safety in general. It is also a portal, a common entry point, that enables users to access the safety data made available on the websites of various aviation organisations - regulators, service providers, industry.» (come specificato in https://www.skybrary.aero/index.php/About_SKYbrary).

¹³ SKYbrary, *Bird Strike on Final Approach: Guidance for Flight Crews*, disponibile in https://www.skybrary.aero/index.php/Bird_Strike_on_Final_Approach:_Guidance_for_Flight_Crews

Il secondo scenario considera il caso in cui un pilota veda uno stormo di volatili di fronte durante l'avvicinamento finale. Ci si interroga se sia preferibile che il pilota atterri oppure inizi una procedura di mancato avvicinamento.

Anche in tale situazione la prima domanda da porsi è relativa alla reale possibilità di evitare lo stormo, effettuando un mancato avvicinamento. Occorre infatti tenere a mente due fattori: in primo luogo, il comportamento dei volatili, con riferimento alle traiettorie di volo, che varia da specie a specie e che rimane del tutto imprevedibile. In secondo luogo, la differenza nell'entità del danno, se l'eventuale ingestione dei volatili avvenga con i motori ad un basso regime di funzionamento, come nel caso dell'avvicinamento, oppure ad un alto regime, come nel caso del mancato avvicinamento. Anche in questo caso, pertanto, a meno che il mancato avvicinamento avvenga con un anticipo tale da fare prevedere, con un ragionevole grado di certezza, che la manovra abbia esito positivo, si ritiene meno rischioso procedere all'atterraggio.

e) Boeing FCTM

Di seguito, con riferimento ai *bird strike*, si riporta un estratto della modifica introdotta nel FCTM Boeing B737, in data successiva a quella dell'evento in analisi.

«Bird Strikes Experience shows that bird strikes are common in aviation. Most bird strikes occur at very low altitudes, below 500 feet AGL. This section deals with bird strikes that affect the engines.

Recent studies of engine bird strikes reveal that approximately 50% of engine bird strikes damage the engine(s). The risk of engine damage increases proportionally with the size of the bird and with increased engine thrust settings. When an engine bird strike damages the engine, the most common indications are significant vibrations due to fan blade damage and an EGT increase.

Preventative Strategies

Airports are responsible for bird control and should provide adequate wildlife control measures. If large birds or flocks of birds are reported or observed near the runway, the crew should consider:

- delaying the takeoff or landing when fuel permits. Advise the tower and wait for airport action before continuing
- takeoff or land on another runway that is free of bird activity, if available.

To prevent or reduce the consequences of a bird strike, the crew should:

- discuss bird strikes during takeoff and approach briefings when operating at airports with known or suspected bird activity
- be extremely vigilant if birds are reported on final approach
- if birds are expected on final approach, plan additional landing distance to account for the possibility of no thrust reverser use if a bird strike occurs.

Note: The use of weather radar to scare the birds has not been proven effective.

Crew Actions for a Bird Strike During Takeoff

If a bird strike occurs during takeoff, the decision to continue or reject the takeoff is made using the criteria found in the Rejected Takeoff maneuver of the QRH. If a bird strike occurs above 80 knots and prior to V1, and there is no immediate evidence of engine failure (e.g. failure, fire, power loss, or surge/stall), the preferred option is to continue with the takeoff followed by an immediate return, if required.

Crew Actions for a Bird Strike During Approach or Landing

If the landing is assured, continuing the approach to landing is the preferred option. If more birds are encountered, fly through the bird flock and land. Maintain as low a thrust setting as possible.

If engine ingestion is suspected, limit reverse thrust on landing to the amount needed to stop on the runway. Reverse thrust may increase engine damage, especially when engine vibration or high EGT is indicated.».

f) Addestramento presso l'operatore dopo l'incidente (Recurrent Simulator Training)

Si riporta, di seguito, un estratto dei contenuti dell'addestramento *recurrent* effettuato al simulatore predisposto dall'operatore a partire dal 2009.

«Survival training was introduced in 2009 in response to the RYR CIA incident, BA777 at LHR and the US Airways ditching in the Hudson River. Crews were given minimal pre-briefing of the events to allow maximum startle factor to be achieved in the simulator. Crews were also informed that their performance during the Survival Training would not be formally graded to encourage crews to develop resilience skills that are beyond the scope of prescribed emergency procedures.».

Tra gli scenari proposti nella sessione figurano:

- Birdstrike at 700 ft on final approach leading to double engine failure;

- Birdstrike on departure passing 6000 feet allowing a turnback to the airport for a glide approach;
- Birdstrike passing 3000 feet on departure necessitating a ditching in the Irish Sea.

«In 2015, an engine surge at low altitude caused by a birdstrike that led to an engine failure was added following feedback from the RYR SMS.».

	SIMULATOR STUDY GUIDE	Revision 15 June 2017
---	------------------------------	----------------------------------

BIRD STRIKE

Bird strike is one of Ryanair's KORAs and presents a significant risk to our operation. A study by Airbus has shown that bird strikes occur on approximately 1 in every 1,000 flights and 20% of all bird strikes result in damage to aircraft. The greatest risk occurs during takeoff and landing with 90% of bird strikes occurring below 500' AGL.

Crews should avoid bird concentrations if able, and react to bird strike effects as related to their effect on aircraft systems.

Where flight crews find themselves in the middle of a flock of birds at low altitude, do not go around. Flying through the birds and landing is the best course of action.

Effective use of TEM should be made to mitigate the risks associated with Bird strikes, further guidance is available in the **FCTM - Chapter 8 - Bird Strikes**

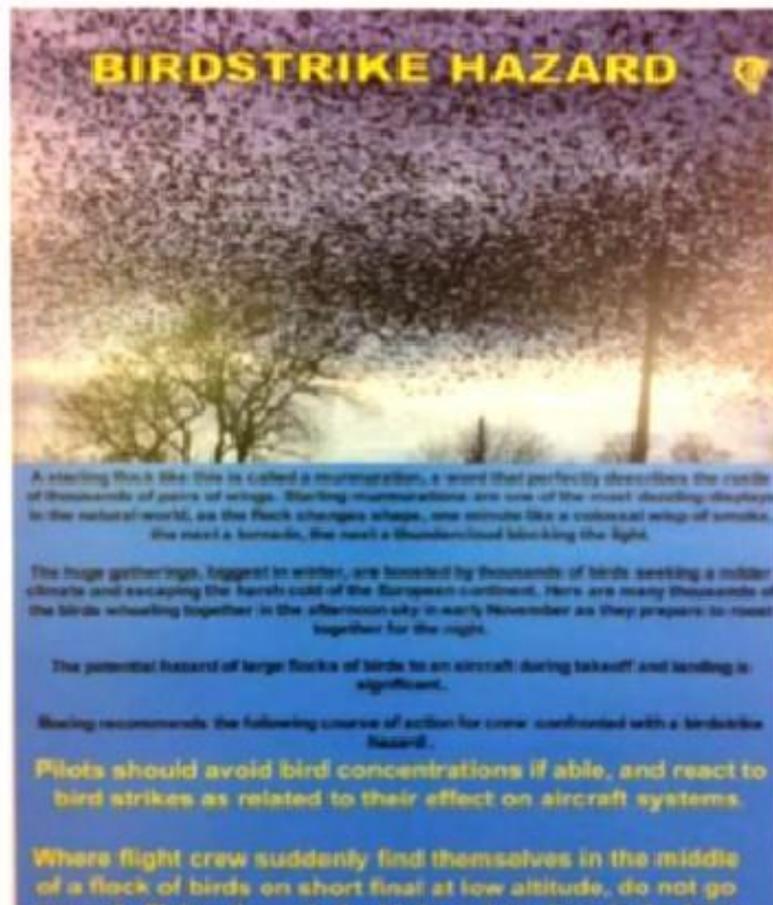


Figura 41: Ryanair, *Simulator Study Guide*, birdstrike hazard.

g) EASA

L'ANSV, sempre nell'ambito della citata ricognizione condotta sulla tematica del *bird strike*, ha ritenuto utile formulare alcuni quesiti all'EASA. Quest'ultima ha confermato che non vi sono previsioni specifiche sul *bird strike* nell'ambito della normativa Air Ops, fatto salvo per quanto concerne l'obbligo di segnalazione degli eventi.

L'EASA ha inoltre specificato che le azioni di mitigazione in tale ambito devono essere riportate nelle SOP, in ambito di addestramento degli equipaggi, documentate negli OM dell'operatore.

2.4.2. Considerazioni conclusive

Il *go around* è una manovra che viene effettuata per ragioni di sicurezza, come, ad esempio, in questi casi:

- la mancata acquisizione visiva oppure la perdita dei riferimenti per l'atterraggio;
- improvvisa variazione della velocità del vento, tale da compromettere la sicurezza della prosecuzione dell'avvicinamento;
- evidenza di una *runway incursion*;
- in caso di avvicinamento non stabilizzato.

La mancata effettuazione del *go around* o la sua non tempestiva effettuazione hanno, in più occasioni, prodotto eventi significativi e *runway excursion*.

Tuttavia va precisato che tale manovra e la gestione della fase immediatamente successiva del volo non sono esenti da rischi¹⁴.

Il *go around* ordinato dal comandante nell'incidente in esame non trova controindicazioni nella documentazione addestrativa ed operativa esaminata e vigente all'epoca dei fatti.

Il complesso delle normative, infatti, enfatizzava l'opportunità di procedere con un *go around* di fronte al presentarsi di eventi inattesi nelle fasi finali dell'atterraggio; conseguentemente e coerentemente con tale impostazione, non risultava implementata alcuna linea guida frutto di una valutazione preventiva riguardo all'opportunità di riattaccare

¹⁴ «One of the largest contributing factors to fatal accidents overall and to all runway excursion accidents, is the failure to successfully execute a go-around or and/or a failure to make a timely decision to go-around. However the go-around manoeuvre itself, and subsequent flight management, will introduce new risks»: SKYbrary, *Go-Around Execution*, disponibile in https://www.skybrary.aero/index.php/Go-around_Execution.

o di completare la manovra di atterraggio in circostanze quali quelle verificatesi nell'incidente in oggetto.

Quanto sopra è stato confermato dal comandante nelle sue dichiarazioni, quando ha affermato: «As we were taught at that time, in case of doubt: go around. We were trained for that! And I believe it is still applicable. In case of doubt, go around.».

La decisione del comandante di riattaccare in cortissimo finale, a seguito dell'impatto con uno stormo di uccelli, ha messo il velivolo in una situazione di grave criticità, ben superiore a quella che – con il beneficio di una valutazione “retrospettica” – l'equipaggio si sarebbe trovato ad affrontare qualora avesse effettuato un atterraggio immediato.

Si pensi, ad esempio, al caso in cui il velivolo avesse cominciato a perdere quota fuori dal sedime aeroportuale; oppure se, a seguito di una indicazione variometrica inizialmente positiva, l'equipaggio avesse retratto il carrello.

In uno scenario come quello in esame, il rischio associato alla decisione di riattaccare – con ipotizzabile mancata risposta di entrambi i motori, mentre il velivolo potrebbe trovarsi conseguentemente ad una quota e posizione non più idonee a garantire un atterraggio di emergenza in ambito aeroportuale – viene ritenuto superiore rispetto a quello di atterrare.

La preparazione teorica alla esecuzione della manovra e l'addestramento pratico al *go around* non possono prescindere dall'individuazione di specifici scenari, in cui il rischio associato all'effettuazione di tale manovra cambi sensibilmente.

Tra questi scenari, pare opportuno prevedere e tipizzare la collisione con volatili nella fase di avvicinamento.

La valutazione della letteratura analizzata porta a ritenere che, in circostanze come quella incontrata nel caso in esame, risulterebbe meno rischioso atterrare, piuttosto che effettuare un *go around*.

Tale valutazione si basa sul presupposto che, da un punto di vista energetico, l'aeromobile (a 7-8 secondi dal *touchdown*) fosse oramai “sicuro in pista”.

Si è quindi considerato che il processo, che ha determinato la decisione di riattaccare nell'evento specifico, abbia avuto luogo in un arco temporale di alcuni secondi (verosimilmente 2) ed in una fase in cui l'equipaggio, quantomeno il FO PF, fosse ormai predisposto all'atterraggio imminente.

Tale processo decisionale è avvenuto senza che vi fosse alcun precursore o pre-allarme, come si evince dal clima disteso all'interno del *cockpit* durante le fasi finali

dell'avvicinamento, nonché dall'assenza di esclamazioni/commenti indicativi di una situazione di attenzione/allarme.

L'improvvisa ed estemporanea esclamazione di sorpresa del comandante è indicativa di un calo della consapevolezza situazionale, tipica del “*surprise effect*”¹⁵.

Ci si è anche interrogati sulla plausibilità dell'ipotesi che, in casi simili, possa subentrare un condizionamento mentale dei piloti. Tale condizionamento porta ad essere “*go around minded*” e quindi a procedere alla riattaccata in modo acritico, magari per evitare un danno marginale, successivo all'atterraggio, che venga poi imputato alla decisione del pilota di non aver riattaccato. Ciò può portare, come conseguenza che il pilota, nel dubbio e con pochissimo tempo a disposizione per decidere, riattacchi senza che vi sia un *risk assessment* adeguato.

Nella analisi del caso specifico si è quindi considerato che la decisione del *go around* possa essere ricercata in uno o più dei seguenti motivi:

1. tentativo di evitare lo stormo di volatili;
2. perdita del contatto visivo con la pista;
3. constatazione o ipotesi di una avaria che si intende risolvere e valutare prima dell'atterraggio;
4. perdita di stabilizzazione dal sentiero a seguito di una manovra di evitamento.

L'intervista con il comandante ha permesso di eliminare le prime due ipotesi, motivando la decisione della riattaccata piuttosto come una combinazione delle ultime due.

Hanno infatti sicuramente influito sulla decisione:

- la consapevolezza di atterrare su un aeroporto con caratteristiche di lunghezza della pista limitate (2207 m), con velivolo a pieno carico di passeggeri e con una componente di vento in coda, situazione in cui ogni deviazione significativa dai parametri di avvicinamento o destabilizzazione comporta una riattaccata;
- disporre di un aeroporto alternato come Fiumicino nelle immediate vicinanze con una pista lunga 3 chilometri, con condizioni meteorologiche ottimali e senza criticità di autonomia di carburante;
- il timore che, a seguito dei numerosi impatti dei volatili, potessero essersi verificati danni o limitazioni al sistema frenante;

¹⁵ «Surprise is defined as a cognitive-emotional response to something unexpected, which results from a mismatch between one's mental expectations and perceptions of one's environment» (al riguardo, si rimanda a: *Startle and Surprise on the Flight Deck*, citato alla nota 6).

- il possibile riflesso condizionato causato dall'addestramento ricevuto, per cui, in caso di dubbio, è meglio riattaccare e la consapevolezza che spesso gli incidenti avvengono perché si decide di continuare un atterraggio non stabilizzato, piuttosto che procedere con una riattaccata.

Si ritiene altamente improbabile che, in frangenti come quello in cui l'equipaggio si è ritrovato, esista la concreta possibilità di effettuare un *risk assessment* adeguato, causa la mancanza di tempo a disposizione per decidere quale condotta seguire.

Tale *risk assesment* dovrebbe essere piuttosto effettuato prima dell'avvicinamento.

In assenza di norme in materia (come confermato all'ANSV dall'EASA), si ritiene quindi essenziale che linee guida specifiche sulla tematica esaminata vengano fornite ai piloti da parte degli operatori o in fase di addestramento teorico o al simulatore, tenendo conto dei diversi scenari possibili.

Infatti, a differenza di quanto avviene per la fase critica del decollo, per la quale esistono molteplici considerazioni nei FCOM e FCTM dei vari aeromobili in ordine alla decisione se abortire o meno il decollo al verificarsi di certe circostanze, per l'atterraggio non sono state rinvenute, per lo meno nel FCTM del B737 in vigore al tempo dell'incidente, indicazioni del comportamento da tenere al verificarsi di determinate situazioni. Tali indicazioni sono state introdotte nel *Manuale* in questione soltanto dopo l'incidente in esame.

Lo stesso operatore coinvolto nell'incidente dell'EI-DYG ha inoltre ritenuto opportuno introdurre un addestramento mirato alla gestione di scenari come quello verificatosi, però soltanto dopo l'incidente.

In conclusione ed alla luce delle precedenti considerazioni, si ritiene essenziale che linee guida analoghe a quelle introdotte dalla Boeing nel FCTM relativamente al *bird encounter* e al *bird strike* in fasi critiche del volo (come decollo, avvicinamento ed atterraggio) siano estese, da parte dei costruttori, a tutte le linee di aeromobili dell'aviazione commerciale, venendo contestualmente prese in considerazione dagli operatori in sede di addestramento teorico/pratico del personale di condotta.

L'evento è sostanzialmente caratterizzato dalla assenza (per lo meno per l'equipaggio di condotta del B737 EI-DYG) di segnali premonitori, in una fase in cui l'equipaggio era mentalmente predisposto all'atterraggio, prossimo a transitare dalla fase di avvicinamento a quella di atterraggio. Questa predisposizione mentale ha verosimilmente generato un "effetto sorpresa", come parrebbe confermato dall'irrituale esclamazione del comandante («Ahi!»)

ripetuta diverse volte), piuttosto che da una comunicazione verbale meno istintiva (ad esempio, «volatili di fronte»).

A ciò si può aggiungere anche lo “*startle effect*”, che giustifica la reazione istintiva che ha condotto a spostare (per motivi non spiegabili dal pilota stesso) il selettore dei flap sulla posizione 10° anziché 15°, come previsto dalla procedura di *go around*, superando lo stesso *detent* che inibisce fisicamente il superamento dei 15°.

Il “*surprise effect*” e lo “*startle effect*” incidono negativamente sulla consapevolezza situazionale, che, con poco tempo a disposizione, generano incapacità di effettuare correttamente l’*information processing*, *decision making* e *problem solving*: le scienze cognitive insegnano che le reazioni e le decisioni prese istintivamente non sono necessariamente le più corrette.

Tale impatto negativo necessita di essere eliminato o ridotto attraverso un addestramento specifico.

In particolare, tali effetti negativi andrebbero evitati nelle fasi più critiche del volo.

In tali fasi andrebbero individuati scenari inattesi, ma plausibili, rispetto ai quali individuare modalità e procedure idonee a contenere tali effetti.

Quindi l’addestramento di cui sopra dovrebbe produrre un condizionamento degli equipaggi tale da garantire la risposta corretta agli eventi inattesi.

Fra tali condizionamenti, dovrebbero essere sviluppate tecniche di comunicazione chiare e positive per indicare una “minaccia”.

Nel caso in questione, l’evento di “*bird encountering in final*” dovrebbe generare, da parte del pilota che per primo acquisisce la “minaccia”, una comunicazione del genere: “volatili ad ore 12”, piuttosto che una espressione istintiva e troppo generica come “Ahi, ahi...!”.

Una fraseologia corretta, in un’ottica CRM, porterebbe conseguentemente entrambi i membri di condotta allo stesso livello di *awareness*, di cui beneficerebbe il successivo processo di *decision making* (es. “*I land*” oppure “*Go around*”).

Si ritiene quindi che debbano essere sviluppate e erogate tipologie di addestramento mirate a fronteggiare gli effetti “*surprise*” e “*startle*” (ipotizzando situazioni non routinarie) e ad addestrare gli equipaggi ad attuare le procedure più appropriate.

Anche il BEA, a seguito di eventi successivi¹⁶, ha evidenziato che l'addestramento iniziale e ricorrente, così come fornito attualmente, non promuove e non verifica le capacità di rispondere a situazioni inaspettate in maniera adeguata. Infatti gli esercizi sono noti agli equipaggi e non consentono di verificare le capacità nell'ambito della gestione delle risorse al di fuori del contesto conosciuto. Per questo motivi il BEA ha, a suo tempo, emanato due raccomandazioni di sicurezza aventi per destinataria l'EASA:

- «EASA review the requirements for initial, recurrent and type rating training for pilots in order to develop and maintain a capacity to manage crew resources when faced with the surprise generated by unexpected situations; [Recommendation FRAN-2012-042]»;
- «EASA ensure that operators reinforce CRM training to enable acquisition and maintenance of adequate behavioural automatic responses in unexpected and unusual situations with a highly charged emotional factor.» [Recommendation FRAN-2012-043].».

Il principio contenuto nelle raccomandazioni predette (necessità di un addestramento agli eventi inattesi) è condivisibile, ancorché il BEA faccia riferimento ad una situazione differente rispetto a quella in esame, in quanto l'evento dell'AF447 si è verificato ad alta quota e durante la crociera.

Si ritiene che in fasi di volo come il decollo o l'atterraggio, senz'altro più "*time critical*" rispetto alla crociera, tale addestramento agli eventi inattesi sia indispensabile.

¹⁶ Al riguardo, si veda, nel sito web del BEA, la relazione finale d'inchiesta sull'incidente occorso, l'1 giugno 2009, all'Airbus A330-203 marche F-GZCP, operante il volo AF447, da Rio de Janeiro a Parigi.

CAPITOLO III

CONCLUSIONI

3. GENERALITÀ

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

3.1. EVIDENZE

- I membri dell'equipaggio di condotta erano in possesso dei necessari titoli aeronautici e qualificati per l'effettuazione del volo in questione.
- Il volo rappresentava la prima tratta della giornata per l'equipaggio.
- Il FO (CM-2) svolgeva le mansioni di PF ed il comandante (CM-1) di PM.
- Le procedure di messa in moto, rullaggio, decollo, salita si sono svolte senza alcun imprevisto od evento significativo.
- Le condizioni meteorologiche sull'aeroporto di destinazione erano ottimali.
- Il PF ha effettuato un approfondito *briefing* sull'avvicinamento, comprensivo della procedura di mancato avvicinamento.
- L'AIP dell'aeroporto di Ciampino, nella parte "informazioni aggiuntive", riportava esclusivamente la presenza di cornacchie grigie su tutto il sedime aeroportuale e durante tutto l'anno.
- I NOTAM in vigore non riportavano alcun avviso relativo alla presenza di volatili sull'aeroporto di Ciampino.
- L'equipaggio non era stato informato in alcun modo della problematica dei volatili; non ha, di conseguenza, trattato tale aspetto nel *briefing*.
- Le procedure di allontanamento volatili erano contenute nel *Manuale di aeroporto* e facevano riferimento alle disposizioni di cui alla circolare ENAC APT-01A.
- La circolare ENAC APT-01A prevedeva che il servizio svolto dalla BCU non avrebbe dovuto intervenire solo nel momento dell'allontanamento dei volatili, ma avrebbe anche dovuto esercitare un'azione continua di vigilanza sul sedime e di disturbo della fauna, con modalità tali da indurla a considerare l'aeroporto luogo sgradevole e non sicuro.
- Il *Manuale di aeroporto* (sezione MOV/11) prevedeva l'esecuzione di ispezioni programmate (alba, ore 13.00' e tramonto), su richiesta (con intervento della BCU limitato

al tempo necessario per eseguire ispezione ed allontanamento dell'avifauna) o per verifica a seguito di segnalazione di presunto impatto.

- La prima delle tre verifiche programmate prevista dal *Manuale di aeroporto* in vigore all'epoca dell'incidente e relative al sistema di allontanamento dei volatili era stata regolarmente effettuata tra le 05.20' e le 05.55' del giorno dell'incidente, senza che venisse riscontrata la presenza di volatili.
- Come da comunicazioni intercorse tra la TWR e la BCU, quest'ultima aveva eseguito l'ispezione di cui sopra sull'area di manovra senza interessare la pista.
- Prima dell'incidente sono stati registrati 16 movimenti tra decolli e atterraggi sull'aeroporto di Ciampino per RWY 15 (di cui 8 dopo l'effettuazione dell'ispezione BCU, terminata alle 05.55'); l'ultimo di tali voli è atterrato circa 4' prima dell'evento.
- È ragionevolmente possibile che lo stormo si sia posizionato nel punto di successivo involo nell'intervallo di tempo intercorrente fra l'atterraggio di un velivolo Saab 340 e i momenti immediatamente precedenti l'impatto con l'EI-DYG.
- Nessuno degli equipaggi appartenenti agli 8 voli successivi al termine dell'ispezione BCU ha riportato alcuna anomalia nell'attività operativa connessa con l'eventuale presenza di volatili.
- L'avvicinamento a Ciampino è stato effettuato con procedura ILS Z per RWY 15, con condotta manuale (no autopilota, no *autothrust*, no FD) per addestramento del CM-2.
- L'avvicinamento è stato condotto con la modalità stabilizzata, in accordo ai requisiti procedurali dell'operatore.
- L'avvicinamento manuale è stato caratterizzato da alcune deviazioni rispetto al localizzatore, corrette dal CM-2 a seguito di *input* verbali del comandante.
- La configurazione finale per l'atterraggio, con la selezione dei flaps a 40°, è stata raggiunta alle 06.54'52", ad una quota radalt 996 piedi e ad una distanza dal campo di circa 2,5 NM.
- All'avviso "*MINIMUMS*", ha avuto luogo la *call out* pressoché simultanea del comandante («Continue») e del FO («Land»).
- Alla quota radalt di 136 piedi e ad una distanza di circa 300 m dalla testata pista, il comandante, avendo acquisito visivamente i volatili sulla traiettoria di volo, iniziava ad esclamare, ripetutamente, in rapida sequenza «Ahi, ahi,...!».
- Ad una quota radalt tra i 136 piedi ed i 112 piedi ed ad una distanza di circa 100 m dalla testata pista avveniva l'attivazione del TO/GA *pushbutton*.
- Il FO ha dato l'*acknowledge*: «Go around, flap 15», impostando l'assetto di riattaccata.

- Contestualmente alla attivazione del TO/GA è avvenuto lo stallo di entrambi i motori ed il CVR ha registrato un forte boato.
- Al boato corrisponde l’impatto con lo stormo di storni, avvenuto con l’aeromobile a circa 100 m dalla soglia RWY 15, posizione, in volo, a cui corrisponde il punto, al suolo, in cui è stata rinvenuta la massima concentrazione di carcasse di volatili.
- Al *go around* la leva flap è stata posizionata a 10° anziché ai 15° richiesti e previsti dalla procedura di riattaccata con due motori.
- Al TO/GA, entrambi i motori, invece di incrementare il regime rotatorio, sono scesi da circa il 62% di N1 al 41% circa.
- All’applicazione del TO/GA, la velocità verticale ha subito una repentina riduzione; si è registrato un lieve aumento della quota radalt (da 112 a 173 piedi), fino alle 06.56’01”;
- successivamente l’aeromobile ha continuato a perdere quota, nonostante il comando a cabrare.
- Si è verificata una progressiva diminuzione della velocità ed aumento dell’angolo di attacco, fino a quando, all’altezza di 21 piedi, si è registrato l’intervento dello *stick shaker*.
- L’aeromobile ha impattato il suolo in condizioni di stallo aerodinamico, in prossimità della via di rullaggio “AC”, a circa metà della lunghezza totale della pista, con una *landing mass* di 61.100 kg e 3800 kg di carburante, con flap in transito da 40° a 10° (posizione effettivamente raggiunta 12,1°) ed una accelerazione verticale di 2,66 g.
- 9 secondi dopo il contatto con il suolo, si è attivata l’indicazione di carrello sinistro non sicuro.
- L’aeromobile ha proseguito la corsa al suolo decelerando per mezzo di freni, *spoiler* e *thrust reverse* del solo motore sinistro.
- Il velivolo si è arrestato in pista alle ore 06.56’38”, a circa 50 m dalla THR 33.
- I passeggeri sono stati sbarcati mediante l’uso di una autoscala e, su ordine dei Vigili del Fuoco, da uno degli scivoli posteriori, differentemente da quanto precedentemente disposto dal comandante.
- Fino al momento dell’incidente, né il costruttore, né l’operatore avevano previsto, nell’ambito della manualistica applicabile (FCOM, FCTM e OM), linee guida o procedure riferite alle azioni da intraprendere in caso di incontro o impatto con volatili in fase di avvicinamento/atterraggio.

- La letteratura aeronautica, negli anni successivi all'evento, ha sottolineato, tramite articoli divulgativi, la criticità relativa ad una riattaccata a seguito di *bird strike*, per le motivazioni e considerazioni riportate di seguito:
 - la reale entità dei danni all'aeromobile (in particolare ai motori) potrebbe non essere manifesta fino a quando non venga deciso di applicare potenza;
 - a seguito di una manovra di mancato avvicinamento, il pilota potrebbe trovarsi in una situazione in cui la pista scompare sotto la prua dell'aeromobile, e, al contempo, lo stesso aeromobile non sia in condizioni di volare;
 - ai regimi di rotazione dei motori caratteristici della fase di avvicinamento, i danni possono verosimilmente rimanere confinati al *fan* e non interessare il *core engine*;
 - l'elevato regime di giri motore con cui avrebbe luogo la penetrazione nello stormo in seguito ad un tentativo di manovra di *go around* potrebbe determinare danni maggiori al motore e conseguente perdita di spinta.
- La letteratura esaminata suggerisce di atterrare, a seguito di impatti con volatili durante l'avvicinamento/atterraggio, e non di effettuare un *go around*.
- La Boeing, in data successiva all'evento, ha introdotto nel FCTM del B737 una "*recommended technique*" riferita alla casistica del *bird strike*, che fornisce sia strategie di prevenzione, sia linee guida relative alle azioni da attuare da parte dell'equipaggio in caso di impatto nelle fasi di decollo o atterraggio, concordi con i concetti espressi dalla letteratura aeronautica citata.
- Non si ha evidenza che altri costruttori di aeromobili abbiano inserito, nella propria manualistica di interesse, delle linee guida in caso di *bird strike* analoghe a quelle introdotte dalla Boeing.
- Dopo l'evento, l'operatore coinvolto ha sviluppato un addestramento specifico per l'incontro con volatili in decollo e in atterraggio.
- Non risulta che vi siano indicazioni, a livello normativo (EASA), finalizzate a fare in modo che la predetta pratica addestrativa venga seguita da tutti gli operatori.
- All'epoca dei fatti non risulta che esistessero tipologie di addestramento mirate a gestire e mitigare gli effetti di "*surprise*" e "*startle*" sulla condotta di volo, effetti che hanno influenzato le azioni poste in essere dall'equipaggio di condotta.

3.2. CAUSE

L'incidente è stato causato da un'imprevista perdita di spinta su entrambi i motori conseguente ad un impatto massivo con volatili, durante la manovra di *go around*.

La perdita di spinta ha impedito all'equipaggio di effettuare, con successo, la manovra di riattaccata e ha condotto l'aeromobile ad un contatto non stabilizzato con la pista.

I seguenti fattori hanno contribuito all'evento:

- l'inadeguata efficacia delle misure di controllo e dispersione dell'avifauna poste in essere, alla data dell'incidente, dal gestore aeroportuale;
- la decisione del comandante di effettuare un *go around* quando l'aeromobile si trovava a circa 7 secondi dal contatto con la pista. Quest'ultima decisione è stata tuttavia significativamente influenzata:
 1. dalla mancanza di indicazioni all'equipaggio di condotta in ordine alle procedure più idonee da adottare nel caso di impatto singolo o multiplo con volatili nella fase di atterraggio;
 2. dalla mancanza di un addestramento specifico alla gestione, da parte dell'equipaggio, degli effetti “*surprise*” e “*startle*” in fasi critiche di volo.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

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

4.1. RACCOMANDAZIONE ANSV-12/1525-08/1/A/18

Tipo di raccomandazione: SRUR/SRGC.

Motivazione: nel corso dell'inchiesta è emerso che l'addestramento e le istruzioni operative per gli equipaggi di condotta potrebbero non fornire sempre sufficienti elementi per permettere, agli stessi, di assumere decisioni in tempi ristretti, sulla base di una preventiva analisi teorica degli scenari possibili, che tenga in considerazione i rischi e le condizioni psicologiche ad essi associati.

L'evento investigato può essere tipizzato come un volo attraverso uno stormo di uccelli in fase di avvicinamento/cortissimo finale, con l'aeromobile completamente configurato per l'atterraggio e stabilizzato sul sentiero di discesa. Durante questa fase del volo, i motori sono selezionati ad un livello di spinta relativamente basso, al quale i volatili eventualmente ingeriti potrebbero, generalmente, non interessare il *core* di entrambi i motori (cosa non verificatasi nell'evento in questione in cui lo stallo è comunque avvenuto ad un regime di rotazione relativamente basso), riducendo, pertanto, la possibilità di causare danni significativi agli stessi e consentendo al velivolo di effettuare un atterraggio sicuro con la spinta selezionata per l'avvicinamento. In tali condizioni, la decisione di effettuare una manovra di riattaccata, in cui si applica la massima spinta ai motori, potrebbe aumentare le possibilità di provocare danni e malfunzionamenti ai motori stessi, con conseguente perdita di spinta disponibile e impossibilità di completare, in sicurezza, la manovra di riattaccata.

La mancanza di chiare indicazioni indirizzate al personale di condotta in ordine all'opportunità di effettuare o meno la manovra di riattaccata in questo tipo di scenario, può portare l'equipaggio ad applicare "acriticamente" (e senza la necessaria consapevolezza delle potenziali conseguenze) la manovra di riattaccata, che, in questo tipo di scenario, può presentare rischi superiori rispetto a quelli di condurre l'aeromobile all'atterraggio.

Le considerazioni di cui sopra sono coerenti con quanto già espresso e raccomandato, ad esempio, da Boeing, Airbus, UK CAA, rispetto allo scenario in questione.

La Boeing, in data successiva all'evento, ha introdotto nel FCTM del B737 una "*recommended technique*" riferita alla casistica del *bird strike*, che fornisce sia strategie di prevenzione, sia linee guida relative alle azioni da attuare da parte dell'equipaggio in caso di impatto nelle fasi di decollo o atterraggio.

Destinatario: EASA e FAA.

Testo: l'ANSV raccomanda di fornire, agli equipaggi di condotta, linee guida o procedure, operative e addestrative, basate su una accurata valutazione dei rischi associati alla condotta dell'aeromobile in avvicinamento, quando quest'ultimo sia interessato, o prossimo ad essere interessato, da impatti, anche multipli, con uccelli. Tali linee guida/procedure dovrebbero prevedere i seguenti punti:

- discutere il *bird strike* durante il *briefing* di decollo e di avvicinamento, in caso di operazioni su aeroporti con presenza di volatili, nota o probabile;
- in caso di impatto con volatili, anche multipli, se l'atterraggio sia assicurato, è preferibile atterrare mantenendo il minor *power setting* dei motori possibile, invece che effettuare una procedura di *go-around* (in caso di ingestione, soprattutto massiva, di volatili, i danni al motore potrebbero essere maggiori in presenza di alti regimi di funzionamento del motore, tipici della riattaccata);
- tenere conto che, in caso di riattaccata, i danni ai motori potrebbero impedire la completa effettuazione, in sicurezza, della manovra di *go-around*, con conseguente impossibilità di atterrare in ambito aeroportuale.

4.2. RACCOMANDAZIONE ANSV-13/1525-08/2/A/18

Tipo di raccomandazione: SRUR/SRGC.

Motivazione: l'addestramento iniziale e ricorrente, così come fornito attualmente, non sembrerebbe ottimizzato per promuovere o sviluppare le capacità di gestire situazioni inattese, che generino gli effetti "*surprise*" e "*startle*".

Dopo l'evento, l'operatore coinvolto nell'incidente ha posto in essere un addestramento mirato; tuttavia, non risulta all'ANSV che vi siano, a livello normativo, indicazioni finalizzate a generalizzare questa tipologia di addestramento.

A livello addestrativo dovrebbero quindi essere individuati, con riferimento soprattutto alle fasi critiche del volo, eventi inattesi, ma plausibili, in grado di generare tali effetti di

“*surprise*” e “*startle*”. Gli equipaggi andrebbero addestrati a fronteggiare tali eventi, attraverso esercizi di visualizzazione e condizionamento.

L’addestramento a fronteggiare le conseguenze negative di questi due effetti avrebbe una notevole valenza nel contribuire a minimizzare la possibilità di adottare, da parte dell’equipaggio, decisioni inadeguate, come, ad esempio, nel caso di *bird strike/bird encounter* nelle fasi di avvicinamento ed atterraggio.

Destinatario: EASA e FAA.

Testo: l’ANSV raccomanda di fornire indicazioni in merito all’adozione di specifici programmi di addestramento per gli equipaggi di condotta, tesi a fronteggiare gli effetti “*surprise*” e “*startle*”, in particolare in fasi critiche del volo, come l’avvicinamento e l’atterraggio.

APPENDICE

In linea con quanto consentito dall'ordinamento internazionale e UE in materia di inchieste di sicurezza (Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, regolamento UE n. 996/2010) hanno trasmesso commenti alla bozza (in lingua inglese) della relazione finale d'inchiesta predisposta dall'ANSV le seguenti autorità:

- AAIU (Irlanda);
- BEA (Francia).

Alcuni dei commenti trasmessi sono pertinenti soltanto per la versione in lingua inglese della presente relazione.

I commenti condivisi dall'ANSV sono stati integrati nel testo della relazione, **mentre quelli non condivisi sono riportati di seguito.**

COMMENTI TRASMESSI DALL'AAIU

Ref.	Reason proposed change	Proposed amendment
Attuale pag. 104 presente relazione.	The report discusses the startle effect and using a verbal communication of "birds ahead" instead of "ahi" repeated 10 times. The expression "ahi" is an expression of surprise. If the crew were able to verbalize "birds a 12 o'clock" or similar then they would not be surprised.	The recommendation contradicts the finding.