DRP-0000654-P-12/02/2026

NN 6, n. 219

Il Ministro
per i rapporti con il Parlamento

Roma, 12 febbraio 2026

Caro Presidente,

trasmetto, ai sensi dell'articolo 12 del decreto legislativo 25 febbraio 1999, n. 66, la relazione d'inchiesta, predisposta dall'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo, relativa all'incidente occorso all'aeromobile Boeing B777-300ER marche di registrazione PT-MUG, presso l'aeroporto Milano Malpensa "Silvio Berlusconi", il 9 luglio 2024.

Cordialmente,

Sen. Luca Ciriani

On. Lorenzo FONTANA
Presidente della Camera dei deputati
ROMA

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN - Doc. firmato digitalmente da: CIRIANI LUCA

ANSV AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'aeromobile
Boeing B777-300ER marche di registrazione PT-MUG,
Aeroporto Milano Malpensa "Silvio Berlusconi",
09 luglio 2024

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

INDICE

CAPITOLO I 1
INFORMAZIONI SUI FATTI 1
1. GENERALITÀ 1
1.1. STORIA DEL VOLO 1
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE 1
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE 1
1.4. ALTRI DANNI 3
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE 3
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE 5
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE 30
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE 30
1.9. COMUNICAZIONI 30
1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO 32
1.11. REGISTRATORI DI VOLO 32
1.12. INFORMAZIONI SUL LUOGO DELL'INCIDENTE 45
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA 46
1.14. INCENDIO 47
1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA 47
1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE 47
1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI 47
1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI 48
1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI 73
CAPITOLO II 74
ANALISI 74
2. GENERALITÀ 74
CAPITOLO III 84
CONCLUSIONI 84

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

3. GENERALITÀ 84
3.1. EVIDENZE 84
3.2. CAUSE 87
RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA 88
4. RACCOMANDAZIONI 88

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

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

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

Per inchiesta di sicurezza si intende un insieme di operazioni comprendente la raccolta e l'analisi dei dati, l'elaborazione delle conclusioni, la determinazione della causa e/o di fattori concorrenti e, ove opportuno, la formulazione di raccomandazioni di sicurezza.
L'unico obiettivo dell'inchiesta di sicurezza consiste nel prevenire futuri incidenti e inconvenienti, non nell'attribuire colpe o responsabilità (art. 1, comma 1, regolamento UE n. 996/2010). Essa, conseguentemente, è condotta indipendentemente e separatamente da inchieste (come, ad esempio, quella dell'autorità giudiziaria) finalizzate all'accertamento di colpe o responsabilità.
L'inchiesta di sicurezza è condotta in conformità con quanto previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con il decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561) e dal regolamento UE n. 996/2010.

Ogni inchiesta di sicurezza si conclude con una relazione redatta in forma appropriata al tipo e alla gravità dell'incidente o dell'inconveniente grave. Essa può contenere, ove opportuno, raccomandazioni di sicurezza, che consistono in una proposta formulata a fini di prevenzione.
Una raccomandazione di sicurezza non costituisce, di per sé, una presunzione di colpa o un'attribuzione di responsabilità per un incidente, un inconveniente grave o un inconveniente (art. 17, comma 3, regolamento UE n. 996/2010).
La relazione garantisce l'anonimato di coloro che siano stati coinvolti nell'incidente o nell'inconveniente grave (art. 16, comma 2, regolamento UE n. 996/2010).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

GLOSSARIO

(A): Aeroplane.
ACARS: Aircraft Communications Addressing and Reporting System, apparato che invia automaticamente al suolo dati tecnici rilevati dai sistemi di bordo (data link).
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.
ADS-B: Automatic Dependent Surveillance Broadcast.
AFM: Airplane Flight Manual.
AFS: Automatic Flight System.
AGL: Above Ground Level, al di sopra del livello del suolo.
AIP: Aeronautical Information Publication, Pubblicazione di informazioni aeronautiche.
ALD: Actual Landing Distance.
AMC: Acceptable Means of Compliance.
AMSL: Above Mean Sea Level, al di sopra del livello medio del mare.
ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil.
ANSV: Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.
AOA: Angle of Attack, angolo di attacco.
AOC: Air Operator Certificate, certificato di operatore aereo (COA).
APP: Approach control office o Approach control o Approach control service, Ufficio di controllo di avvicinamento o Controllo di avvicinamento o Servizio di controllo di avvicinamento.
APU: Auxiliary Power Unit.
AQP: Advanced Qualification Program.
ARP: Airport Reference Point.
ARPA: Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente.
ASDA: Accelerate-Stop Distance Available, distanza disponibile per accelerazione-arresto.
A/T: Autothrottle, automanetta.
ATC: Air Traffic Control, controllo del traffico aereo.
ATIS: Automatic Terminal Information Service, Servizio automatico di informazioni terminali.
ATL: Aircraft Technical Logbook.
ATM: Reduced Takeoff Thrust per il tramite di Assumed Temperature più alta della actual ambient temp.
ATPL: Airline Transport Pilot Licence, licenza di pilota di linea.
ATS: Air Traffic Services, servizi del traffico aereo.
ATSB: Australian Transportation Safety Bureau, Autorità investigativa australiana per la sicurezza dei trasporti.
BEA: Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation civile, Autorità investigativa francese per la sicurezza dell'aviazione civile.
BFU: Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung, Autorità investigativa tedesca per la sicurezza dell'aviazione civile.
BIS: Best Intervention Strategy.
BRIEFING: descrizione preventiva di manovre o procedure.
CAA: Civil Aviation Authority, Autorità dell'aviazione civile.
CAM: Cockpit Area Microphone.
CAS: Calibrated Air Speed, velocità calibrata.
CAS: Computed Air Speed.
CAT: Commercial Air Transport.
CAVOK: Condizioni di visibilità, copertura nuvolosa e fenomeni del tempo presente migliori o al di sopra di soglie o condizioni determinate.
CDU: Control Display Unit.
CENIPA: Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.
CG: centro di gravità.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

CHECK LIST (scritto anche **CHECKLIST**): lista dei controlli.
CM 1/2/3: Crew Member 1, Crew Member 2, Crew Member 3.
COCKPIT: cabina di pilotaggio.
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.
DGAC: Direzione generale dell'aviazione civile.
DOV: Despachante Operacional de Voo, responsabile del dispacciamento operativo del volo.
DSB: Dutch Safety Board, Autorità investigativa olandese per la sicurezza dei trasporti.
EASA: European Union Aviation Safety Agency, Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea.
EFB: Electronic Flight Bag.
EGT: Exhaust Gas temperature.
EICAS: Engine Instrument and Crew Alerting System.
ENAC: Ente nazionale per l'aviazione civile.
ENAV SPA: Società nazionale per l'assistenza al volo.
EOBT: Estimated Off Block Time.
EOFDM: European Operators Flight Data Monitoring Forum.
ETA: Estimated time of arrival.
ETOW: Estimated Takeoff Weight.
EUROCAE: European Organisation for Civil Aviation Equipment.
EZFW: Estimated Zero Fuel Weight
FAA: Federal Aviation Administration, Autorità dell'aviazione civile statunitense.
FC: Flight Control oppure Flight Cycles.
FCOM: Flight Crew Operating Manual.
FCTM: Flight Crew Training Manual.
FD: Flight Director.
FDM: Flight Data Monitoring.
FDR: Flight Data Recorder, registratore di dati di volo.
FEW: Few, da 1 a 2 ottavi di nubi.
FH: Flight Hour.
FLEX: definizione di spinta di decollo applicabile con una particolare procedura.
FMA: Flight Mode Annunciator.
FMC: Flight Management Computer.
FMGS: Flight Management and Guidance System.
FMS: Flight Management System.
FO: First Officer, primo ufficiale (copilota).
FT: Foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
GM: Guidance Material.
GND: Ground.
GR: Gross.
HDG: Heading.
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.
IFR: Instrumental Flight Rules.
ILS: Instrument Landing System, sistema di atterraggio strumentale.
IOSA: IATA Operational Safety Audit.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

KIAS: IAS espressa in nodi (kt).
KT: Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.
LBS: pounds, libbre (1 lb = 0,45 kg).
LDA: Landing Distance Available, distanza disponibile per l'atterraggio.
LH: Left Hand, lato sinistro.
LNAV: Lateral Navigation.
LTC: Line Training Captain, comandante autorizzato a svolgere addestramento di linea.
MAC: Mean Aerodynamic Chord.
MACTOW: Mean Aerodynamic Chord at Takeoff Weight.
MCDU: Multifunction Control and Display Unit.
MEL: Minimum Equipment List.
METAR: Aviation routine weather report, messaggio di osservazione meteorologica di routine.
MGO: Manual Geral de Operacoes (Manuale delle Operazioni LATAM).
MHZ: Megahertz.
MIC: Microphone, microfono.
MLG: Main Landing Gear, carrello principale.
MLW: Maximum Landing Weight.
MOPS: Minimum Operating Performance Standards.
MSL: Mean Sea Level, livello medio di mare.
MSN: Manufacturer Serial Number.
MSP: Most Significant Part.
MTOM: Maximum Take Off Mass, massa massima al decollo.
MTOW: Maximum Take Off Weight, peso massimo al decollo.
MZFW: Maximum Zero Fuel Weight.
N1: Fan rotation speed.
N1_CMD: N1 command, target per l'auto throttle.
NASA: National Aeronautics and Space Administration.
NC: Normal Checklist.
ND: Navigation Dislay.
NLG: Nose Landing Gear, carrello anteriore.
NM: Nautical Miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).
NNC: Non Normal Checklist.
NPA: Notice of Proposed Amendment.
NOSIG: No Significant Changes, assenza di variazioni significative.
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.
OAT: Outside Air Temperature, temperatura aria esterna.
OBWBS: On-Board Weight and Balance System.
OFP: Operational Flight Plan.
OM: Operations (o Operational) Manual.
OPT: Onboard Performance Tool.
ORO: Organization Requirements for Air Operations (Part ORO EASA).
PA: Public Address, sistema di comunicazione ai passeggeri.
PAN, PAN: Segnale di urgenza in radiocomunicazioni aeronautiche usato per segnalare un'emergenza che non mette in pericolo la vita, ma richiede assistenza.
PED: Portable Electronic Device o Dispositivo elettronico portatile.
PF: Pilot Flying, pilota che aziona i comandi.
PFC: Primary Flight Controls.
PFD: Primary Flight Display, schermo principale dati di volo.
PIC: Pilot in Command, pilota con le funzioni di comandante.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

PM: Pilot Monitoring, detto anche, in alternativa, PNF.
PNF: Pilot Not Flying, pilota che assiste il PF.
POB: Persons on Board, persone a bordo.
QNH: regolaggio altimetrico per leggere al suolo l'altitudine dell'aeroporto.
QRH: Quick Reference Handbook.
RA: Radio Altimeter o Radar Altimeter.
RADALT: quota radaraltimetrica.
RCL: Runway Centre Line, asse pista.
RDL: rapporto di lavoro.
REF SPDS: Reference Speeds, Velocità di riferimento.
RH: Right Hand, lato destro.
RHP: Runway Holding Position, posizione attesa pista.
RMLG: Right Main Landing Gear, carrello principale destro.
RMT: Rule Making Task.
RWY: Runway, pista.
SIB: Safety Information Bulletin.
SID: Standard Instrument Departure, partenza strumentale standard.
SKC: Sky Clear, cielo sereno.
SMR: Surface Movement Radar, radar di sorveglianza dei movimenti al suolo.
SMS: Safety Management System.
S/N: Serial Number.
SOGLIA della pista (THR): l'inizio della parte di pista utilizzabile per l'atterraggio.
SOP: Standard Operating Procedures.
SP: Supplementary Procedure.
SSP: State Safety Programme.
SV: Synthetic Voice, avviso audio con voce sintetica.
TAF: Aerodrome Forecast, previsione di aeroporto.
TASK SATURATION: si definisce come tale una situazione in cui ci siano delle attività da portare a termine senza avere abbastanza tempo, strumenti o risorse per farlo.
TAT: Total Air Temperature.
TCO: Third Country Operator.
TBT (scritto anche **T-B-T**): Comunicazioni radio terra-bordo-terra.
TESTATA: termine per identificare la parte iniziale di una pista.
THR: Threshold, vedi "soglia" della pista.
TLA: Thrust Lever Angle.
TLAR: That Looks About Right.
T/O: Take Off.
TOC: Transfer of Control, trasferimento del controllo.
TODA: Take-Off Distance Available, distanza disponibile per il decollo.
TOF: Takeoff Fuel.
TOGA (scritto anche **TO/GA)**: Take Off/Go Around.
TOM: Takeoff Monitoring.
TOPMS: Takeoff Performance Monitoring System.
ToR: Terms of Reference.
TORA: Take-Off Run Available, corsa disponibile per il decollo.
TOW o TOGW: Take Off Weight oppure Take Off Gross Weight.
TRI: Type Rating Instructor, istruttore per l'abilitazione per tipo.
TSB (Canada): Transportation Safety Board of Canada, Autorità investigativa canadese per la sicurezza dei trasporti.
TWR: Aerodrome Control Tower, Torre di controllo dell'aeroporto.
TWY: Taxiway, via di circolazione o di rullaggio.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

UTC: Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
V1: Decision Speed, velocità di decisione.
V2: Takeoff Safety Speed, velocità di sicurezza al decollo.
VMCA: Minumum Control Speed in Air.
VNAV: Vertical Navigation.
VR: Rotation Speed.
VRB: Variabile.
VREF: Velocity of Reference, velocità di riferimento per l'atterraggio.
WT: Weight.
ZFW: Zero Fuel Weight.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

PREMESSA

L'incidente è occorso il 9 luglio 2024, alle ore 11.26' UTC (13.26' locali), in fase di decollo dall'aeroporto Malpensa "Silvio Berlusconi", ed ha interessato l'aeromobile tipo Boeing B777-32WER, marche di registrazione PT-MUG.

Infatti, il velivolo, operante il volo LATAM LA8073 da Malpensa diretto a San Paolo (Brasile) con 398 occupanti subiva un *tail strike* in decollo da Malpensa per RWY35L.

L'ANSV ha provveduto ad inviare la notifica dell'evento in questione, in accordo alla normativa internazionale e comunitaria in materia (Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale, regolamento UE n. 996/2010), alle seguenti autorità investigative: CENIPA (Brasile) Stato dell'Operatore e di immatricolazione, NTSB (USA) Stato di progettazione e costruzione del velivolo e dei motori.

CENIPA (Brasile) e NTSB (USA) hanno provveduto ad accreditare un proprio rappresentante nell'inchiesta condotta dall'ANSV e si sono avvalsi della collaborazione di propri consulenti rispettivamente dell'operatore, LATAM e della ditta costruttrice dell'aeromobile, Boeing, così come previsto dalla sopra menzionata normativa. In linea con le previsioni del regolamento UE n. 996/2010, l'ANSV ha nominato EASA come consulente tecnico.

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

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

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 9 luglio 2024, il velivolo B777-32WER dell'operatore LATAM con marche di registrazione PT-MUG, operante il volo LA8073, con nominativo radio TAM8073, diretto a San Paolo (Brasile) con 398 occupanti in fase di decollo per RWY35L da Malpensa subiva un *tail strike*.

Il velivolo si involava comunque alle 11.26' e dirigeva ad Ovest di Vercelli, dove l'equipaggio effettuava svariati circuiti di holding ad una altitudine di 6000 ft, dalle 11.49' alle 12.25', per lo scarico del carburante. Il volo effettuava quindi un atterraggio a Malpensa per RWY35R alle 12.36'. Nell'evento l'aeromobile riportava numerosi danni, in particolare al *tail skid*, e si registravano danneggiamenti alla pavimentazione della RWY35L che ne rendevano necessaria la temporanea chiusura per i lavori di ripristino.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

Nessuna.

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

L'aeromobile ha subito numerosi danneggiamenti, tra cui i più visibili sono quello del *tail skid assembly* (Foto 1 e Foto 2), di un *drain mast* (Foto 3) e del *tail strike sensor* (sensore dell'avvisatore di tail strike, Foto 4).



Foto 1: dettaglio del *tail skid assembly*.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Foto 2: parti di carenatura del *tail skid* assembly rinvenuti in pista.

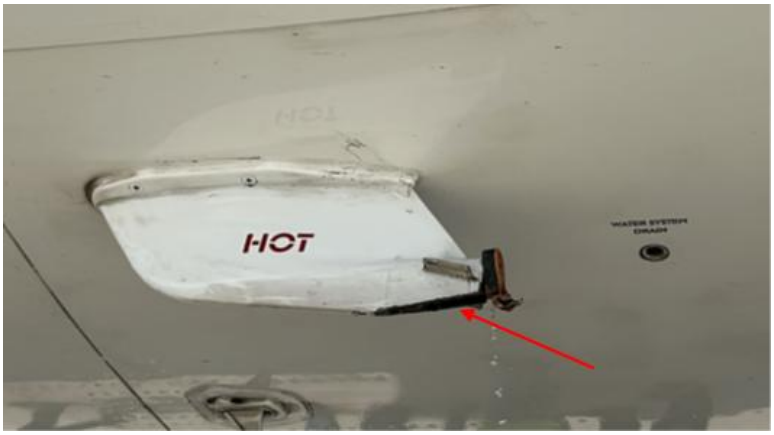


Foto 3: *drain mast,* indicato dalla freccia il dettaglio del danneggiamento.

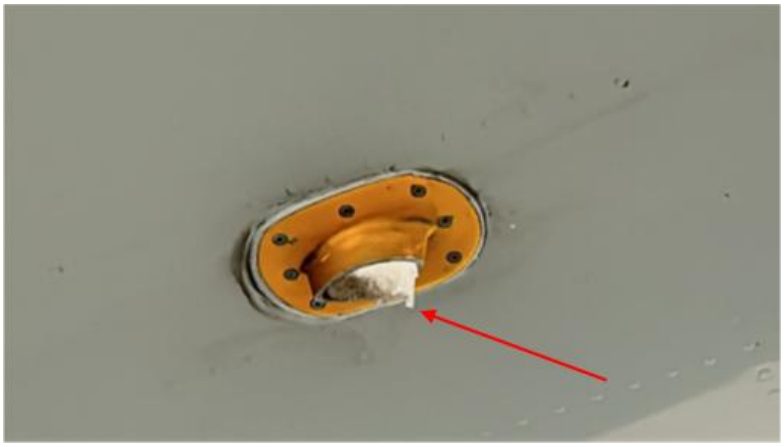


Foto 4: *tail strike sensor*, indicato dalla freccia il dettaglio del danneggiamento.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Inoltre, il *tail strike* ha causato il danneggiamento del sistema di estinzione incendio dell'APU con attivazione della spia BOTTLE DISCH APU.

Il velivolo è rimasto a Malpensa dal 9 al 14 luglio per permettere gli interventi manutentivi finalizzati ai *ferry flight* presso le sedi di manutenzione. Durante le dettagliate ispezioni sono stati individuati numerosi altri danneggiamenti. In funzione degli esiti delle suddette attività, della durata e livello di manutenzione necessaria al ripristino dell'aeronavigabilità, l'evento è stato riclassificato da inconveniente grave ad incidente. Il velivolo ha ripreso il servizio il 22 febbraio 2025.

1.4. ALTRI DANNI

Danni alla pavimentazione della RWY35L.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PERSONALE

1.5.1. Equipaggio di condotta

L'equipaggio di condotta era composto da un comandante Line Training Captain (LTC)[1] seduto al posto di destra (CM2) e PF della tratta, un comandante in addestramento in linea su B777, seduto al posto di sinistra (CM1) e PM della tratta e un secondo comandante (cruise captain) in cabina di pilotaggio (CM3).

Comandante Line Training Captain (LTC)

Generalità:	54 anni, nazionalità brasiliana.
Licenza:	ATPL in corso di validità.
Abilitazioni in esercizio:	B777/787, IFR.
Abilitazioni non in esercizio:	A320, A330, B767, F100, FK50, Cessna 208.
Autorizzazioni:	LTC.
English proficiency level:	5.

[1] Alla richiesta rivolta all'operatore circa la qualifica del comandante istruttore, questi ha chiarito che: in Brasile gli istruttori sono qualificati dall'operatore e possono operare solo come istruttori per lo specifico operatore. La qualifica prevede una formazione iniziale e di aggiornamento secondo il programma di formazione approvato e soggetto alla normativa locale (RBAC 121.414). Il controllo di questa qualifica è effettuato dall'operatore e soggetto alla supervisione delle autorità locali. Questa qualifica non è riportata sulla licenza del pilota in quanto non è considerata un'abilitazione. Nel corso dell'esposizione, per evitare ambiguità con l'abilitazione TRI, ci si riferirà al comandante istruttore come Line Training Captain.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Controlli periodici: in corso di validità.
Controllo medico: prima classe in corso di validità con obbligo di lenti correttive.
Esperienza di volo del comandante: 18.921 ore totali, di cui 1.333 su B777.
Ore volate 12 mesi precedenti: 795.
Ore volate 90 giorni precedenti: 241.
Ore volate 30 giorni precedenti: 60.
Ore volate 7 giorni precedenti: 24 ore 40'.

Storia professionale del LTC:
In servizio presso l'operatore dal 1996. Ha operato come FO su Cessna 208, Fokker 50, Fokker 100, A32F, A330. Ha operato come comandante su Fokker 100, A32F, A330, B767, B777, B787. Alla data dell'evento il pilota era comandante e LTC su B777 e su B787.

Comandante in addestramento

Generalità: 53 anni, nazionalità brasiliana.
Licenza: ATPL in corso di validità.
Abilitazioni in esercizio: B777/787, IFR.
Abilitazioni non in esercizio: A32F, A330, B733, F100, LR30, LRJT, PC12.
Autorizzazioni: N/A.
English proficiency level: 5.
Controlli periodici: in corso di validità.
Controllo medico: prima classe in corso di validità con obbligo di lenti correttive.
Esperienza di volo del comandante in addestramento: 16.689 ore di volo totali, di cui 95 su B777.
Ore volate 12 mesi precedenti: 640.
Ore volate 90 giorni precedenti: 94.
Ore volate 30 giorni precedenti: 35.
Ore volate 7 giorni precedenti 13 ore 24'.

Storia professionale del comandante in addestramento in linea
In servizio presso l'operatore dal 2001. Ha operato come FO su Fokker 100, A32F, A330. È stato promosso Comandante nel 2007 su A320 operando in tale qualità fino a marzo 2024 sempre come comandante su A32F. Alla data dell'evento il pilota era in addestramento in linea come comandante su B777. In maggio aveva effettuato l'addestramento al simulatore e

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

nello stesso mese aveva effettuato il primo turno di addestramento in linea. Il volo dell'evento era la tratta di rientro al suo quinto turno di impiego sul B777 (decima tratta complessiva) ed all'impiego successivo avrebbe dovuto sostenere il volo di controllo.

Secondo Comandante (Cruise Captain)

Generalità:	56 anni, nazionalità brasiliana.
Licenza:	ATPL in corso di validità.
Abilitazioni in esercizio:	B777/787, B757/767, IFR.
Abilitazioni non in esercizio:	A32F, A330, F100.
Autorizzazioni:	N/A.
English proficiency level:	5.
Controlli periodici:	in corso di validità.
Controllo medico:	prima classe in corso di validità con obbligo di lenti correttive.

Esperienza di volo del secondo comandante (cruise captain): 17.530 ore di volo totali, di cui 418 su B777.
Ore volate 12 mesi precedenti: 602.
Ore volate 90 giorni precedenti: 216.
Ore volate 30 giorni precedenti: 54.
Ore volate 7 giorni precedenti 13 ore 24'.

Storia professionale del secondo comandante
In servizio presso l'operatore dal 1997. Ha operato come FO su Cessna 208, diventando poi comandante su C208. FO su Fokker 100 diventando poi comandante su Fokker 100. Comandante su A32F (quattro anni), su A330 (tre anni), su B767 (undici anni) e alla data dell'evento era comandante su B777 sul quale operava da 5 mesi.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

Il Boeing 777 è un bimotore *wide body* per il trasporto commerciale a lungo raggio progettato e costruito dalla ditta statunitense Boeing. Il modello in dotazione all'operatore LATAM è il Boeing 777-32WER che può imbarcare 410 passeggeri ed ha le seguenti specifiche di interesse:

MTOW	346.544 kg

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

MZFW	239.950 kg
MLW	251.290 kg
Carburante imbarcabile	145.538 kg
Carico imbarcabile	28.625 kg
Passeggeri (max)	410
Numero sedili	430

1.6.2. Informazioni specifiche

Aeromobile

Costruttore:	Boeing Company.
Modello:	B777-32WER.
Numero di costruzione:	MSN 38888.
Anno di costruzione:	2012.
Marche di registrazione:	PT-MUG.
Certificato di registrazione:	n° 21243 Registro Aeronautico Brasiliano.
Esercente:	TAM LINHAS AEREAS.
Proprietario:	LATAM AIRLINES GROUP S.A.
Certificato di navigabilità:	in corso di validità.
Revisione certificato di navigabilità:	in corso di validità.
Ore totali:	42262 FH, 4909 FC.

Motori

Costruttore:	General Electric.
Modello:	GE90-115BG02 s/n 906700 (48073 FH) e 906701 (41939 FH).

Combustibile

Tipo di combustibile autorizzato:	Jet Fuel JET A-1.
Tipo di combustibile utilizzato:	JET A-1.
Combustibile nei serbatoi di bordo:	il velivolo era stato rifornito in un'unica soluzione (senza aggiunte o rabbocchi) ad un totale di 109.625 kg in accordo con la quantità di carburante pianificato e richiesto (Fuel Order Document). La nota di consegna del rifornimento effettuato a Malpensa riportava un totale di litri consegnati pari a 122.702 di Jet-Fuel A-1.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Il messaggio e-mail con il dato di carburante totale imbarcato di 109.700 kg a bordo del volo è stato inviato dalla società di handling di rampa all'operativo LATAM alle ore 10.35'.

Da dati FDR, l'aeromobile ha iniziato il rullaggio con 109.500 kg di carburante, ha iniziato la manovra di decollo con 109.100 kg ed è atterrato con 29.900 kg.

1.6.3. Informazioni supplementari

Carico e centraggio

Per le informazioni riguardanti il carico e centraggio si è fatto riferimento al manifesto di carico definitivo (da ora in avanti loadsheet final, Figura 1), verificato con i dati di carburante e di carico registrati e trasmessi dalla società di handling all'ufficio coordinamento dell'operatore. Il loadsheet final è il documento preparato per ogni volo che riporta la distribuzione e il peso totale dei passeggeri, del carico e del carburante imbarcati, necessario per calcolare le performance di decollo, e verificare il peso e il bilanciamento dell'aeromobile, assicurando che sia caricato entro i limiti di sicurezza previsti. Tale documento viene inviato dall'operatore tramite applicativo di proprietà LATAM sul dispositivo mobile (tablet) dei piloti. L'accettazione del loadsheet final avviene tramite detto applicativo ed è compito del comandante.

In particolare, per la presente trattazione e con riferimento alla Figura 1, si evidenziano i campi relativi alle seguenti informazioni: gruppo data e orario di emissione (1), Zero Fuel Weight (2), Take Off Weight (3), numero dei passeggeri e degli occupanti totali (4), Mean Aerodynamic Chord per il decollo (5), carburante presente nei serbatoi (6), CG (7).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

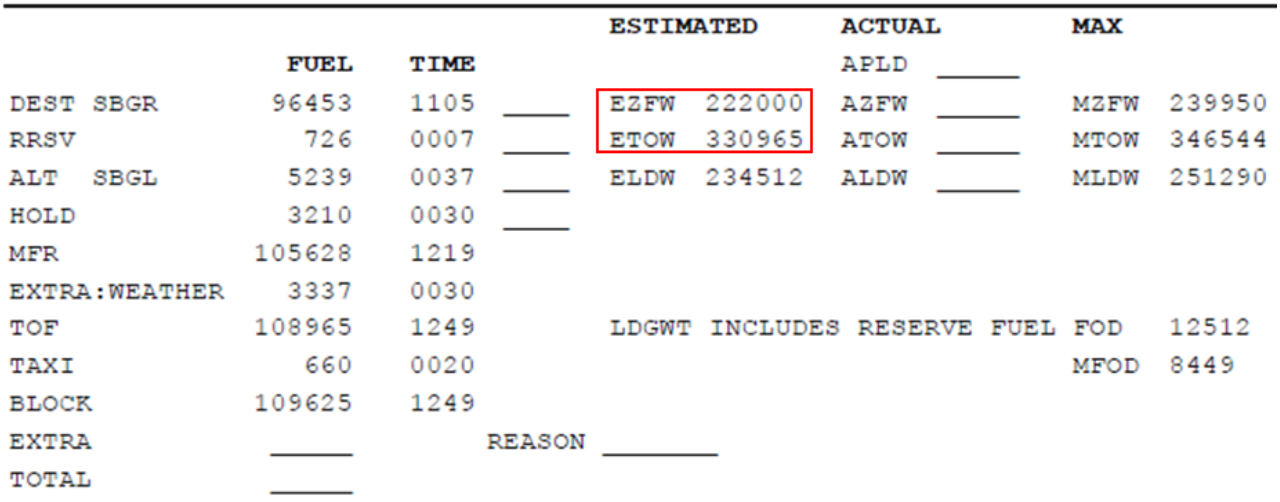

QU ASRV1LA
MUCKMLA 091055
FEA
AN PTMUG/FI LA8073/GL MXP
LOADSHEET FINAL 1255 EDNO1
[redacted] 09JUL24 1
MXP GRU PTMUG 3/0/12
ZFW 219460 MAX 239950 2
TOF 108965
TOW 328425 MAX 346544 L 3
TIF 96453
LAW 231972 MAX 251290
UNDLD 18119
PAX/38/343 TTL 383 4
TOB 398
MACZFW 31.8
MACTOW 29.7 5
MACLAW 31.6
A38 B164 C179
SEATROW TRIM
SI DOW 170601
FUEL IN TANKS 109625 6
LOAD IN CPTS 0/0 1/1785 2/5913 3/7091 4
2534 5/632
PREPARED BY [redacted]
[redacted]
ALTERNATE FORWARD CG LIMIT FOR TAKE-OFF
CG CONDITION IS T2 (28.7 %MAC) 7

Figura 1: il loadsheet final del volo LA8073.

Dei dati citati, i piloti inseriscono nel CDU del FMC il valore del peso complessivo dell'aeromobile (incluso passeggeri e cargo) ad esclusione del carburante, definito Zero Fuel Weight (ZFW 219.460 kg) ed il valore della corda aerodinamica media per il decollo (MACTOW 29.7). Il FMC dell'aeromobile somma al valore dello ZFW il peso del carburante presente nei serbatoi (FUEL IN TANKS) e fornisce sul CDU il dato di Gross Weight ovvero il peso complessivo dell'aeromobile. Il peso dell'aeromobile al decollo (TOW o TOGW) pari a 328.425 kg risulta sommando allo ZFW (219.460 kg), il TOF (Takeoff Fuel, 108.965 kg). Il TOF risulta dal FUEL IN TANKS meno il carburante utilizzato per la messa in moto e per il TAXI che nel caso specifico risulta essere stato calcolato in 660 kg.

L'OFP (Figura *2*) prevedeva inizialmente uno stimato ZFW (EZFW) pari a 222.000 kg (+2540 kg) ed un ETOW (TOGW stimato) pari a 330.965 kg (+2540 kg).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



	FUEL	TIME		ESTIMATED		ACTUAL		MAX	
						APLD	_____		
DEST SBGR	96453	1105	_____	EZFW	222000	AZFW	_____	MZFW	239950
RRSV	726	0007	_____	ETOW	330965	ATOW	_____	MTOW	346544
ALT SBGL	5239	0037	_____	ELDW	234512	ALDW	_____	MLDW	251290
HOLD	3210	0030	_____						
MFR	105628	1219							
EXTRA:WEATHER	3337	0030							
TOF	108965	1249		LDGWT INCLUDES RESERVE FUEL				FOD	12512
TAXI	660	0020						MFOD	8449
BLOCK	109625	1249							
EXTRA	_____		REASON	_____					
TOTAL	_____								

Figura 2: OFP del volo LA8073 del 9 luglio 2024. Nel riquadro rosso i valori stimati di ZFW (EZFW) e di TOGW (ETOW).

1.6.4. Accessori e impianti dell'aeromobile

1.6.4.1. Tail skid.

L'aeromobile è equipaggiato con un sistema *tail skid* che contribuisce alla protezione della sezione pressurizzata dell'aeroplano da eventuali contatti con la pista. Il *tail skid* si estende per il decollo e l'atterraggio e si ritrae durante il volo, utilizzando il sistema di attuazione del carrello principale. In caso di posizione non corretta del sistema si attiva il messaggio di avviso TAIL SKID sull'EICAS (*advisory message*, ad indicare che il tail skid è in posizione non coerente con la posizione della leva del carrello di atterraggio)[2].

1.6.4.2. Tail Strike Detection System.

Il sistema rileva il contatto dell'aeromobile con la pista che potrebbe danneggiare la parte pressurizzata della fusoliera. Sotto la sezione posteriore della fusoliera sono installati una sonda da due pollici e due sensori di prossimità. Il messaggio di avviso EICAS TAIL STRIKE (EICAS di tipo caution message, accompagnato da un "beeper") viene visualizzato quando viene rilevato un contatto della coda. L'inibizione (inhibit) del master caution relativo al TAIL STRIKE in fase di decollo inizia a 80 kt e termina a 400 ft radio o 20" dopo l'involo, quale sopraggiunge prima.[3]

[2] Fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 14.20.8/.9
[3] Fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 15.20.31/.32 e pag. 15.30.2

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.6.4.3. Tail Strike Protection

Durante il decollo o l'atterraggio, il sistema Primary Flight Control (PFC) calcola se è imminente un tail strike e riduce la deflessione dell'elevatore, se necessario, per ridurre il potenziale rischio di tail strike. L'attivazione del tail strike protection (TSP) non fornisce un riscontro fisico alla cloche.[4] L'input del TSP è limitato a 10 unità (da 0 a 10), il che consente all'equipaggio di contrastare la protezione, se necessario, con un comando a cabrare.

1.6.4.4. Sistemi di bordo

Flight Management, Navigation - FMC Preflight (B777-300ER Flight Crew operations Manual)

Si riporta di seguito la descrizione di alcuni sistemi avionici di interesse per la presente trattazione e per comprendere i fatti relativi al calcolo ed all'inserimento ai dati di performance per il decollo, tratti dal B777-300ER Flight Crew Operations Manual LATAM Airlines Brasil (FCOM).

1.6.4.4.1 Flight Management System

Il sistema di gestione del volo (FMS) assiste l'equipaggio nella navigazione, nell'ottimizzazione delle prestazioni in volo, nel monitoraggio automatico del carburante e nella visualizzazione dei dati nella cabina di pilotaggio. Le funzioni di volo automatico gestiscono la traiettoria laterale dell'aereo (LNAV) e la traiettoria verticale (VNAV). L'equipaggio inserisce i dati relativi alla rotta e al volo nei Control Display Unit (CDU). L'FMS utilizza quindi il database di navigazione, la posizione dell'aeromobile e i per calcolare i comandi necessari per il controllo manuale e automatico della traiettoria di volo.

1.6.4.4.2. Flight Management Computer (FMC)

L'FMC utilizza i dati del piano di volo inseriti dall'equipaggio di condotta, i dati dei sistemi dell'aeromobile e i dati del database di navigazione dell'FMC stesso, per calcolare la posizione attuale dell'aeromobile e i comandi di beccheggio, rollio e spinta necessari per volare con un profilo di volo ottimale. L'FMC invia questi comandi all'autothrottle, all'autopilota e al flight director. I dati della mappa e della rotta vengono inviati ai Navigation Display (ND).

[4] Fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 9.20.13.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.6.4.4.3. Control Display Unit (CDU)

L'equipaggio di volo controlla l'FMC utilizzando tre CDU (Figura 3), uno lato CM1 (sinistra), uno lato CM2 (destra) e uno al centro del *pedestal* come riserva, in caso di avaria ad una delle prime due. L'inserimento dei dati nell'FMC tramite un CDU comporta l'aggiornamento automatico del dato sull'altro CDU.

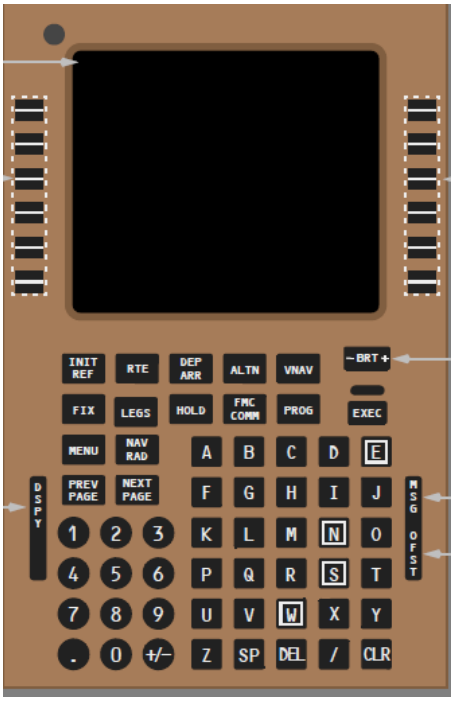


Figura 3: CDU (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.10.1).

Nella trattazione si fa riferimento allo scratchpad (letteralmente blocco note) del CDU: la scratchpad è la porzione estremale inferiore dello schermo del CDU ove, oltre ad essere composti gli input dei piloti mediante la tastiera fisica, vengono anche visualizzati alcuni messaggi testuali provenienti dall'FMC stesso (message).

1.6.4.4.4. Preparazione prevolo del FMC

Durante la fase di prevolo, l'equipaggio inserisce i dati del piano di volo e del manifesto di carico (loadsheet final) nel CDU.

Il completamento della procedura di preparazione prevolo del FMC richiede l'inserimento dei dati in tutti i campi minimi richiesti (ovvero quelli "boxati" composti da una serie di quadrati

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

bianchi[5]). L'inserimento anche dei dati facoltativi oltre a quelli obbligatori ottimizza la precisione dell'FMC.

I dati che devono essere necessariamente inseriti sono:

- posizione iniziale;
- rotta;
- dati di prestazione (performance data);
- dati di decollo (takeoff data).

Quando si accende l'FMC viene solitamente visualizzata la pagina di registrazione (IDENT). Il flusso prevolo prosegue in questa sequenza di schermate del CDU (*page*):

• identification (IDENT) page;
• position initialization (POS INIT) page;
• route (RTE) page;
• DEPARTURES page;
• navigation radios (NAV RAD) page;
• performance initialization (PERF INIT) page;
• thrust limit (THRUST LIM) page;
• takeoff reference (TAKEOFF REF) page.

PERF INIT

La pagina PERF INIT (performance initialization, Figura 4) consente di inserire i dati relativi all'aeromobile e alla rotta per inizializzare i calcoli delle prestazioni.

Il peso lordo dell'aeromobile (Gross Weight GR WT, campo 1 in Figura 4**)** non può essere inserito dall'equipaggio di volo. Tale campo rimane vuoto fino a quando il peso del carburante e il peso dell'aeromobile senza carburante (Zero Fuel Weight, ZFW, campo 3) non sono disponibili per il calcolo del Gross Weight da parte dell'FMC.

Il carburante a bordo (FUEL, campo 2 in Figura *4***)** viene visualizzato quando i calcoli del totalizzatore del carburante sono validi. La fonte di visualizzazione è inclusa nella riga:

• SENSED – (rilevato) – la quantità di carburante proviene dal totalizzatore. L'immissione manuale non è possibile.
• CALC (calcolato) – la quantità di carburante proviene dai calcoli dell'FMC. L'immissione manuale è possibile.
• MANUAL (manuale) – la quantità di carburante è stata immessa manualmente.

[5] Esempio campi 3, 4, 7 e 8 in figura 4.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Normalmente, lo ZFW (campo 3 in Figura 4**)** viene letto dai documenti del *dispatcher* (manifesto di carico, loadsheet final) riferiti al volo e così l'FMC può calcolare il Gross Weight dell'aeromobile. L'inserimento valido è XXX o XXX.X.[6] L'inserimento di un valore di ZFW dopo la selezione delle velocità di decollo (Takeoff Speeds) provoca la rimozione delle velocità dal CDU e la visualizzazione del messaggio TAKEOFF SPEEDS DELETED (velocità di decollo cancellate) sullo scratchpad del CDU. Lo ZFW può essere inserito manualmente o tramite *uplink*.

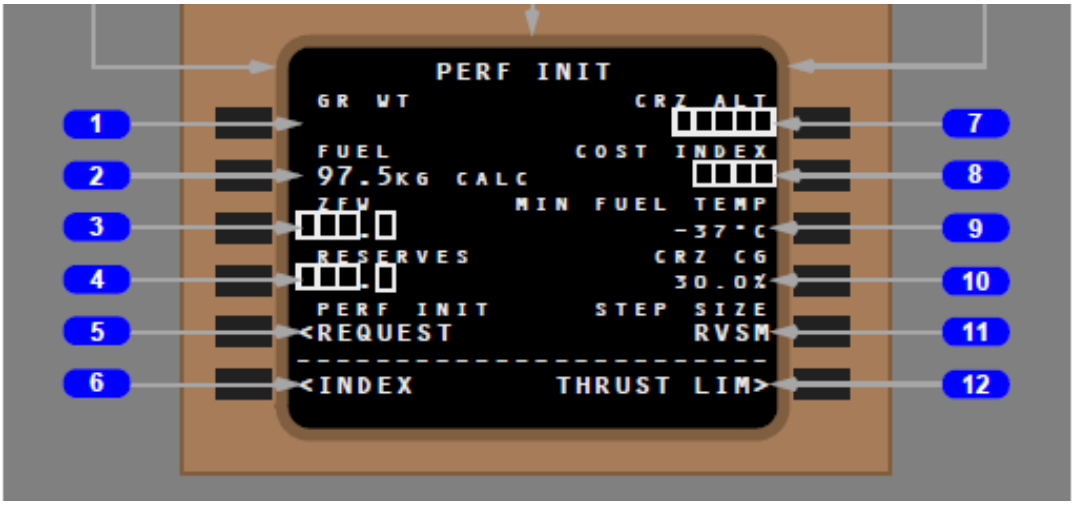


Figura 4: CDU pagina Performance Initialization (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.35).

THRUST LIM

La pagina Thrust Limit (Figura 5) consente di selezionare e visualizzare la spinta di riferimento per il decollo. In questa pagina è anche possibile ridurre la spinta al decollo in base alla *assumed temperature* (campo 1 in Figura 5)[7]. Nel campo 6 la "D" indica che una riduzione di spinta in base ad una *assumed temperature* è attiva. Il campo 7 indica il valore di N1 per il decollo calcolato dal thrust management system.

[6] Fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.36.

[7] Normalmente, i decolli vengono effettuati con una spinta inferiore alla spinta massima nominale, quando le prestazioni lo consentono. Una spinta al decollo inferiore riduce l'EGT, migliora l'affidabilità del motore e ne prolunga la durata. La spinta al decollo ridotta (ATM) è un livello di spinta al decollo inferiore alla spinta massima nominale. La spinta al decollo ridotta si ottiene selezionando una temperatura ipotetica superiore alla temperatura ambiente effettiva (fonte Boeing 777 Flight Crew training manual).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

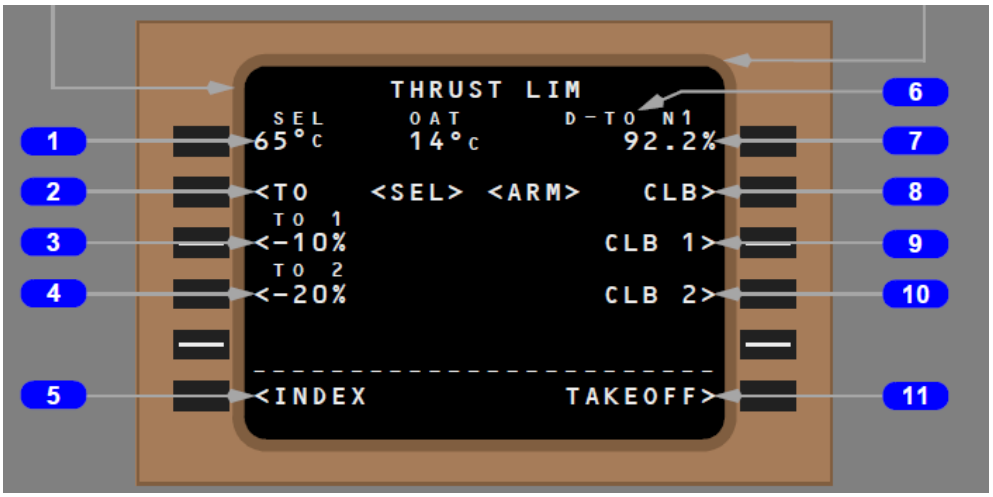


Figura 5: CDU pagina Thrust Limit (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.39).

TAKEOFF REF

La takeoff reference page (pagina dei dati di riferimento per il decollo, Figura 6 e Figura *7*) consente all'equipaggio di gestire le prestazioni di decollo. Vengono inseriti e verificati l'impostazione dei flap di decollo e le V speed (ovvero la velocità di decisione V1, la velocità di rotazione VR[8], velocità di sicurezza in caso di avaria ad un motore V2). È possibile verificare o modificare i limiti di spinta (THRUST), la posizione di inizio della corsa di decollo (RWY/POS) e il peso lordo al decollo (TOGW). Le normali operazioni prevolo sono completate quanto tutte le voci della pagina TAKEOFF REF sono state inserite. L'impostazione dei flap di decollo deve essere inserita e le V SPEED devono essere impostate prima del completamento della pagina.

[8] Rotation Speed, VR - La velocità alla quale ha inizio la rotazione dall'assetto a tre punti all'assetto di decollo. La velocità di rotazione prevista deve essere pari o superiore a 1,05 VMCA e V1.
.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

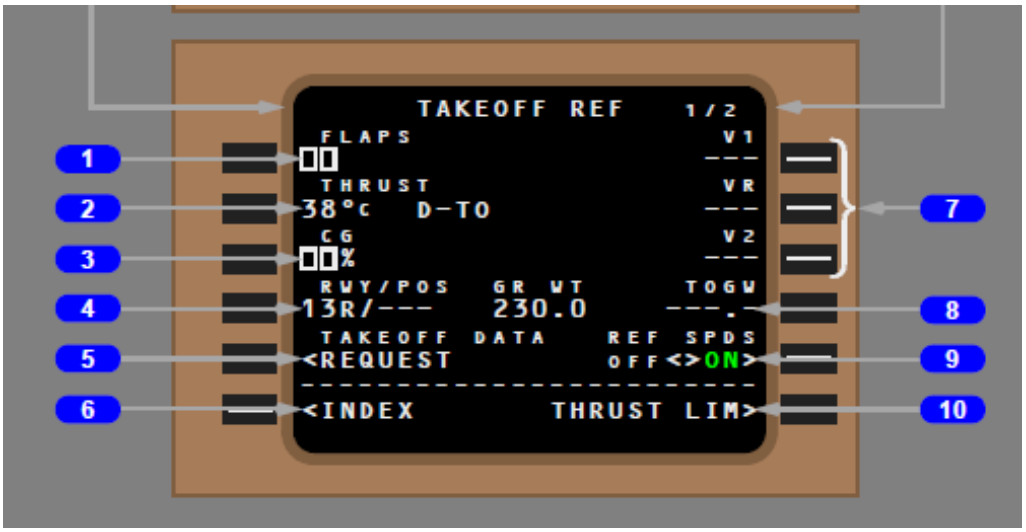


Figura 6: CDU pagina Takeoff Refernce (1 di 2) in fase di inserimento dati (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.42).

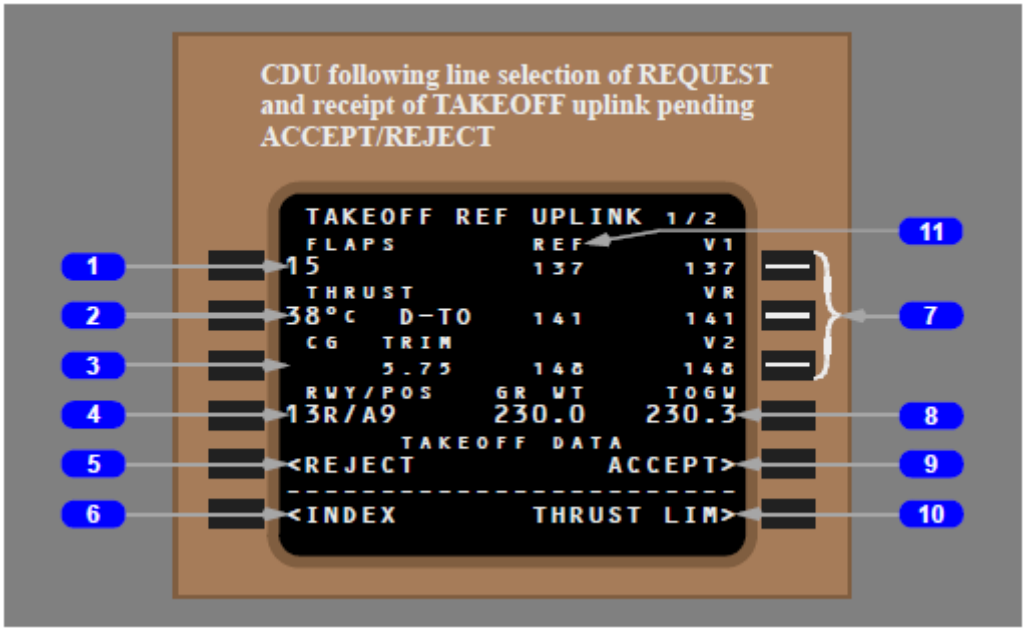


Figura 7: pagina CDU Takeoff Refernce (1 di 2) con dati inseriti e reference takeoff speed calcolate dall'FMC (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.43).

V SPEEDS (V1, VR, V2)

I campi relativi alle V Speeds (V1, VR, V2 campi 7 in Figura *7*) mostrano trattini quando:

• le informazioni richieste non sono state inserite;

• i calcoli delle prestazioni sono inibiti;

• l'ADIRU non è allineato.

Le velocità calcolate dal FMS vengono visualizzate in caratteri piccoli[9].

[9] Per caratteri piccoli, in questo contesto, si intende le dimensioni mostrate, ad esempio, per le V1, VR e V2, campi 7 in Figura 7. Per caratteri grandi si intendono, ad esempio, quelli con cui viene indicato il settaggio flap, campo 1 in Figura 7.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Le velocità inserite manualmente sostituiscono le velocità calcolate (REF). Sono consentite velocità pari o superiori alle velocità calcolate. I valori inferiori alle velocità minime calcolate V1, VR o V2 comportano la visualizzazione di "MINV1", 'MINVR' o "MINV2" nei titoli delle righe; i valori minimi V1, VR o V2 vengono visualizzati in caratteri grandi sulle righe dei dati. Le velocità VR o V2 minime possono essere inferiori fino a cinque nodi rispetto alle velocità VR o V2 calcolate.

Il controllo del valore relativo della velocità di decollo FMC garantisce che V1 sia inferiore o uguale a VR e che VR sia inferiore o uguale a V2.

L'immissione di V speed che non superano il controllo genera il messaggio TAKEOFF SPEEDS DELETED (ovvero velocità di decollo cancellate) sullo *scratchpad* del CDU.

La pressione del tasto laterale corrispondente determina:

• la selezione di V1, VR e V2 da inviare ai sistemi di utilizzo;

• la sostituzione con le V speed immesse dall'equipaggio delle velocità calcolate;

• il passaggio sul display dei valori a caratteri grandi; REF e il simbolo di inserimento non vengono più visualizzati.

Se i dati sulle prestazioni vengono cambiati:

• l'FMC sostituisce le velocità esistenti con quelle calcolate dall'FMC in caratteri piccoli;

• le V speed vengono rimosse dal PFD;

• sul PFD viene visualizzato il messaggio NO V SPD;

• viene visualizzato il messaggio TAKEOFF SPEEDS DELETED[10].

Nota: dopo l'avvio di un motore, l'FMC ricalcola le velocità di decollo. Qualsiasi combinazione di peso lordo, OAT o altitudine di pressione che comporti una variazione della velocità di decollo di due o più nodi rispetto alle velocità calcolate in precedenza, induce l'FMC a ricalcolare le velocità di decollo.

REF SPDS

Tale funzione abilita o disabilita la visualizzazione delle velocità ref (V) calcolate dall'FMC nella colonna centrale a sinistra delle linee di V-speeds.

Premendo il tasto al campo 9 della Figura 6, si passa da ON a OFF e viceversa.

ON: visualizza le velocità di decollo calcolate dall'FMC per il confronto con le V-speeds nella colonna di destra.

[10] Fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.45.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

OFF: elimina le velocità dalla colonna centrale.

Lo stato attivo, ON o OFF, viene visualizzato in caratteri verdi grandi; lo stato inattivo viene visualizzato in caratteri bianchi piccoli[11].

REFERENCE (REF)

Al campo 11 della Figura *7* sono mostrate le V-speeds di riferimento calcolate dall'FMC per il confronto con i valori inseriti dall'equipaggio di volo o trasmessi in uplink. La visualizzazione è abilitata e disabilitata dal prompt REF SPDS.

1.6.4.5. FMC Entry Error Messages

Tra i messaggi che possono essere mostrati dall'FMC sullo scratchpad del CDU, il FCOM riporta il messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE (Figura 8), a significare che le velocità di decollo di riferimento, normalmente computate dall'FMC dopo l'inserimento dei dati necessari non sono state calcolate e non sono pertanto presenti alla pagina TAKEOFF REF. Il manuale di volo a proposito riporta:

V–SPEEDS UNAVAILABLE – per determinate condizioni di decollo con spinta elevata/peso lordo ridotto o spinta ridotta/peso lordo elevato, le FMC V-speeds non vengono calcolate. Regolare il peso lordo e/o il limite di spinta al decollo per consentire il calcolo delle V-speeds.

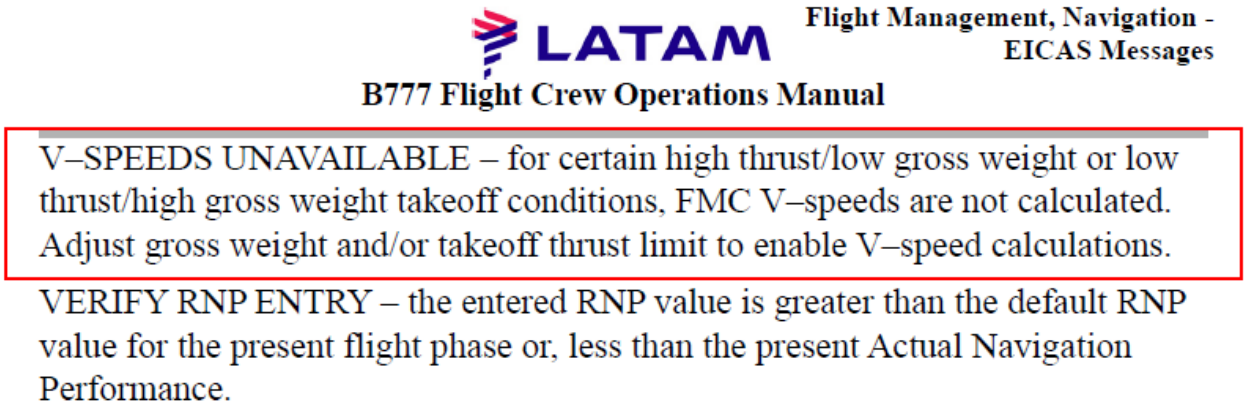


Figura 8: estratto dal manuale di volo LATAM relativo ai FMC Entry Error Messages V-SPEEDS UNAVAILABLE (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.60.11.

[11] Fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. 11.40.46.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.6.4.5.1 V-SPEEDS UNAVAILABLE

In seguito a richieste di chiarimenti richiesti a Boeing in corso di inchiesta, finalizzati a comprendere la logica del messaggio V-SPEED UNAVAILABLE, solo accennata sulla documentazione applicabile (FCOM), si è appurato che: il messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE indica che l'FMC non è in grado di calcolare una soluzione di decollo valida per le condizioni date. Ciò potrebbe essere causato da condizioni quali altitudine elevata/temperatura elevata che prolungano la corsa di decollo calcolata oltre la pista disponibile, da un'impostazione inadeguata della riduzione della potenza nei calcoli di decollo o da altri fattori ambientali nel calcolo delle prestazioni di decollo o da informazioni inesatte inserite nell'FMC.

LATAM B777 FCOM Performance Dispatch (LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR PD.14.2)

La sezione Performance Dispatch del manuale LATAM B777 FCOM riporta testualmente che il decollo non è consentito in presenza del messaggio V SPEEDS UNAVAILABLE:

L'FMC proteggerà le velocità minime di controllo aumentando V1, VR e V2 come richiesto. Tuttavia, l'FMC non calcolerà le velocità di decollo per pesi in cui l'aumento di velocità richiesto supera l'aumento massimo di velocità certificato. Ciò si verifica in genere a piena potenza nominale e con pesi leggeri.

In questo caso, il messaggio "V SPEEDS UNAVAILABLE" apparirà sullo scratchpad dell'FMC e i campi relativi alle velocità di decollo saranno vuoti. Il decollo non è consentito in questa condizione poiché i limiti certificati sono stati superati. Le opzioni sono selezionare una impostazione dei flap inferiore, selezionare una spinta ridotta e/o aggiungere peso (carburante). La selezione della riduzione della spinta è il metodo preferibile in quanto riduce le velocità minime di controllo[12].

[12] *The FMC will protect for minimum control speeds by increasing V1, VR and V2 as required. However, the FMC will not compute take-off speeds for weights where the required speed increase exceeds the maximum certified speed increase. This typically occurs at full rated thrust and light weights.*
In this case, the message "V SPEEDS UNAVAILABLE" will appear on the FMC scratchpad and the take-off speed entries will be blank. Take-off is not permitted in this condition as certified limits have been exceeded. The options are to select a smaller flap setting, select derate thrust and/or add weight (fuel). Selecting derate thrust is the preferred method as this will reduce the minimum control speeds.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.6.5. Descrizione delle Procedure operative

Il contesto in cui è avvenuto l'evento è quello relativo all'applicazione della EFB (iPad) Preflight Procedure, illustrata nel LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual (supplementary procedures) e della EFB (iPad) Before Start Procedure.

Queste si inseriscono nell'ambito della CDU Preflight Procedure - Captain and First Officer e della Before Start Procedure (Normal Procedures)

Alla data dell'evento le procedure applicabili[13], erano le seguenti:

1. Normal Procedures – Amplified Procedures:
    a. CDU Preflight Procedure - Captain and First Officer (NP.21.3/4);
    b. Before Start Procedure (NP.21.27) comprensiva di TAKEOFF BRIEFING.
2. Supplementary Procedures – Flight Instruments, Displays – Electronic Flight Bag – Class 1 (iPad) Operation:
    a. EFB (iPad) Preflight Procedure (SP.10.2/3);
    b. EFB (iPad) Before Start Procedure (SP.10.4).

Inoltre, con riferimento al LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual Quick Reference Handbook:

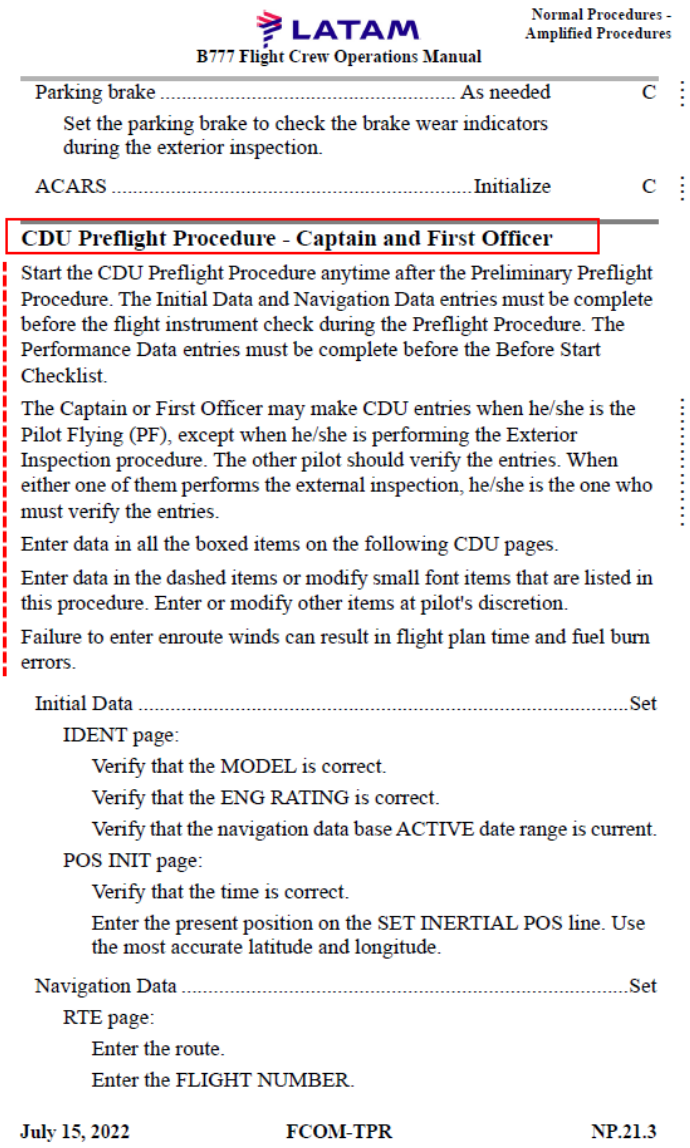
1. Normal Checklists – Before Start (NC.1)
2. Non- Normal Checklists – Warning Systems Section 15 – Tail strike (NNC.15.4)

1.6.5.1 CDU Preflight Procedure - Captain and First Officer

Nella Figura 9 e Figura 10, si riporta la CDU Preflight Procedure - Captain and First Officer. È previsto iniziare la CDU Preflight Procedure in qualsiasi momento dopo la Preliminary Pre-flight procedure. Le voci relative ai dati di prestazione devono essere complete prima della Before Start Checklist. Il comandante o il primo ufficiale possono inserire i dati nel CDU quando ricoprono il ruolo di pilot flying (PF), tranne quando stanno eseguendo la procedura di ispezione esterna. L'altro pilota deve verificare i dati inseriti. Quando uno dei due esegue l'ispezione esterna, è lui/lei che deve poi verificare le voci inserite. È in tale fase che vengono inseriti i valori di ZFW della pagina PERF INIT, controllando il quantitativo di carburante imbarcato e ottenendo di conseguenza il Gross Weight da verificare con i documenti relativi al volo. A proposito dello step "verify that the GR WT on the CDU and the dispatch papers agree", è interessante evidenziare che il dato di GR WT non è presente sul loadsheet final, che riporta solo il TOGW.

[13] B777-300ER Flight Crew Operations Manual LATAM Airlines Brasil (Revision Number: 32, Revision Date: January 15, 2024, Based on Boeing FCOM Document Number: D632W001-TPR).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Parking brake ..... As needed C

Set the parking brake to check the brake wear indicators during the exterior inspection.

ACARS ..... Initialize C

CDU Preflight Procedure - Captain and First Officer

Start the CDU Preflight Procedure anytime after the Preliminary Preflight Procedure. The Initial Data and Navigation Data entries must be complete before the flight instrument check during the Preflight Procedure. The Performance Data entries must be complete before the Before Start Checklist.

The Captain or First Officer may make CDU entries when he/she is the Pilot Flying (PF), except when he/she is performing the Exterior Inspection procedure. The other pilot should verify the entries. When either one of them performs the external inspection, he/she is the one who must verify the entries.

Enter data in all the boxed items on the following CDU pages.

Enter data in the dashed items or modify small font items that are listed in this procedure. Enter or modify other items at pilot's discretion.

Failure to enter enroute winds can result in flight plan time and fuel burn errors.

Initial Data ..... Set

IDENT page:

Verify that the MODEL is correct.

Verify that the ENG RATING is correct.

Verify that the navigation data base ACTIVE date range is current.

POS INIT page:

Verify that the time is correct.

Enter the present position on the SET INERTIAL POS line. Use the most accurate latitude and longitude.

Navigation Data ..... Set

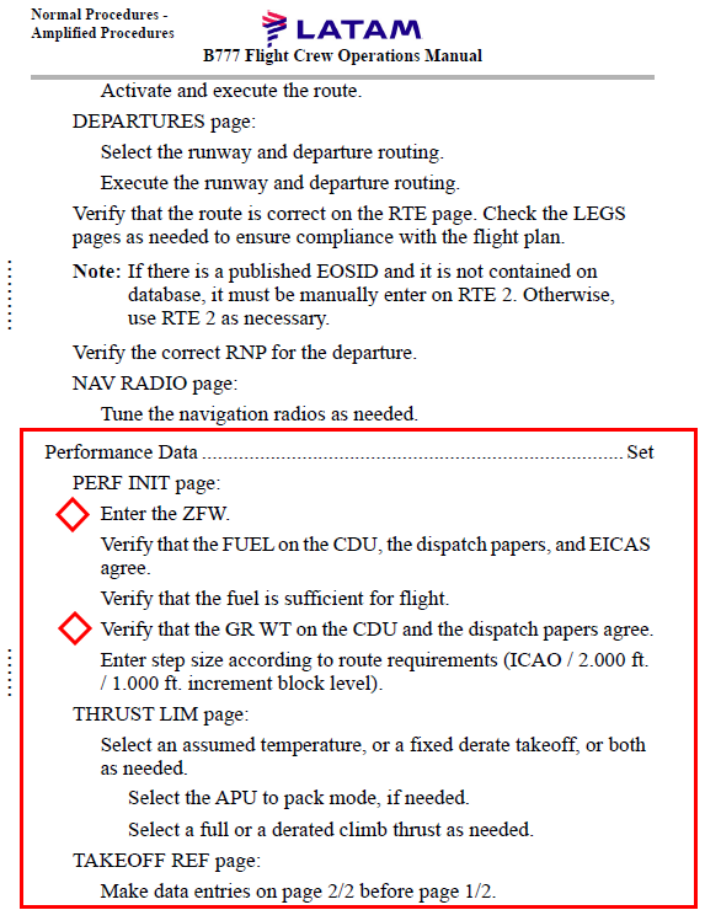
RTE page:

Enter the route.

Enter the FLIGHT NUMBER.

Figura 9: CDU Preflight Procedure, evidenziate dalla linea rossa tratteggiata le modalità di inserimento dei dati (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. NP.21.3).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Activate and execute the route.

DEPARTURES page:

Select the runway and departure routing.

Execute the runway and departure routing.

Verify that the route is correct on the RTE page. Check the LEGS pages as needed to ensure compliance with the flight plan.

Note: If there is a published EOSID and it is not contained on database, it must be manually enter on RTE 2. Otherwise, use RTE 2 as necessary.

Verify the correct RNP for the departure.

NAV RADIO page:

Tune the navigation radios as needed.

Performance Data ..... Set

PERF INIT page:

◇ Enter the ZFW.

Verify that the FUEL on the CDU, the dispatch papers, and EICAS agree.

Verify that the fuel is sufficient for flight.

◇ Verify that the GR WT on the CDU and the dispatch papers agree.

Enter step size according to route requirements (ICAO / 2.000 ft. / 1.000 ft. increment block level).

THRUST LIM page:

Select an assumed temperature, or a fixed derate takeoff, or both as needed.

Select the APU to pack mode, if needed.

Select a full or a derated climb thrust as needed.

TAKEOFF REF page:

Make data entries on page 2/2 before page 1/2.

Figura 10: CDU Preflight Procedure, evidenziate nel quadrato rosso le modalità di inserimento e verifica dei dati ZFW e GR WT (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. NP.21.4).

La Before Start procedure (Figura 11) ha inizio quando tutta la documentazione è a bordo ed il rifornimento è terminato e, quindi, al momento in cui il loadsheet final è stato ricevuto. Il pilota che effettua il decollo (PF) deve effettuare il takeoff briefing (Figura 12). Nel takeoff briefing è previsto controllare le FMC Takeoff Ref, e per fare ciò, occorre prima effettuare il computo delle performance di decollo sul OPT (EFB procedure).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Before Start Procedure

Start the Before Start Procedure after papers are on board and airplane refueling is completed.

Flight deck door ..... Closed and locked F/O

Verify that the LOCK FAIL light is extinguished.

Do the CDU Preflight Procedure .....Performance Data steps before completing this procedure.

CDU display ..... Set C, F/O

Normally the PF selects the TAKEOFF REF page.

Normally the PM selects the LEGS page.

MCP ..... Set C

IAS/MACH selector .....Set V2

Arm LNAV as needed.

Arm VNAV.

Initial heading or track ..... Set

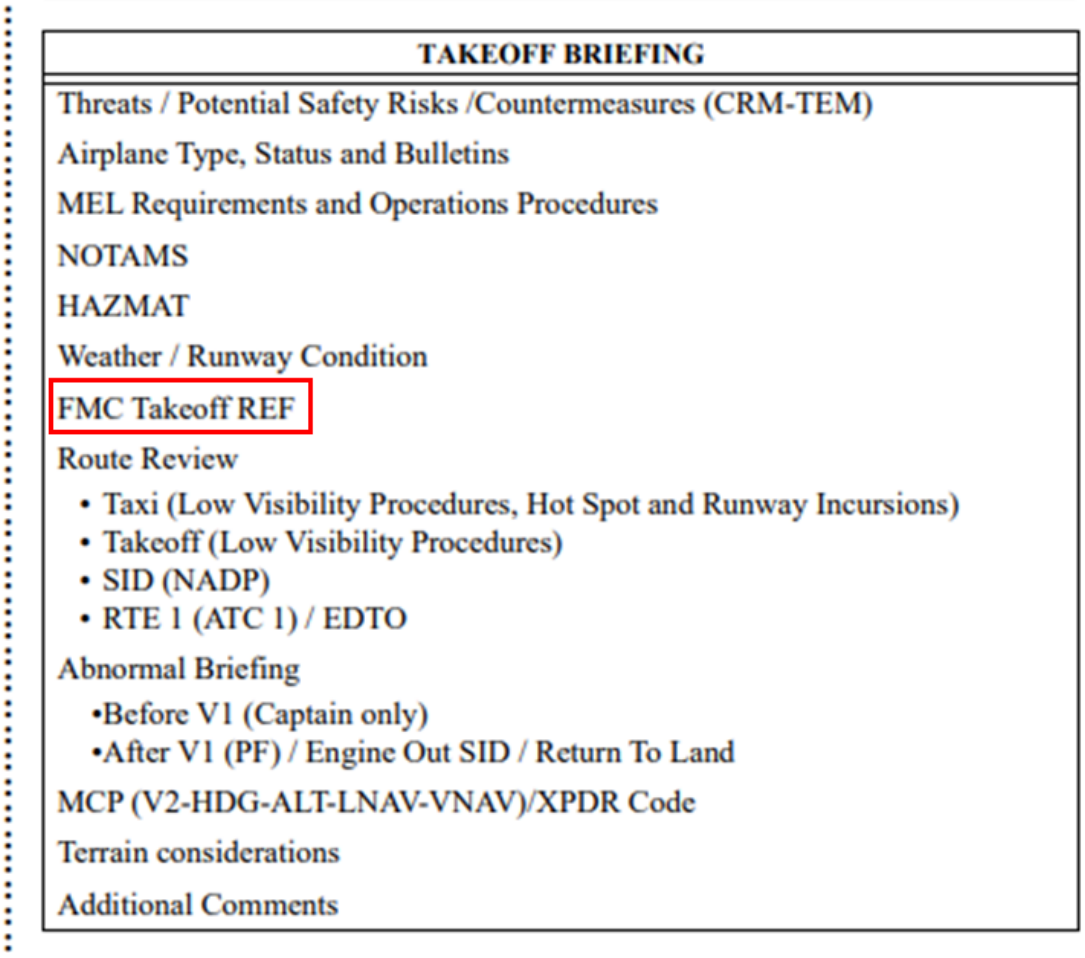
Initial altitude ..... Set

Taxi and Takeoff briefings .....Complete C, F/O

The pilot who will do the takeoff does the taxi and takeoff briefings. Use the following chart as guide:

Figura 11: Before Start Procedure, evidenziati in rosso il requisito di effettuare la procedura una volta ricevuta tutta la documentazione e di completare la CDU Preflight Procedure prima del completamento della Before start (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. NP.21.27).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



TAKEOFF BRIEFING
Threats / Potential Safety Risks /Countermeasures (CRM-TEM)
Airplane Type, Status and Bulletins
MEL Requirements and Operations Procedures
NOTAMS
HAZMAT
Weather / Runway Condition
FMC Takeoff REF
Route Review • Taxi (Low Visibility Procedures, Hot Spot and Runway Incursions) • Takeoff (Low Visibility Procedures) • SID (NADP) • RTE 1 (ATC 1) / EDTO
Abnormal Briefing •Before V1 (Captain only) •After V1 (PF) / Engine Out SID / Return To Land
MCP (V2-HDG-ALT-LNAV-VNAV)/XPDR Code
Terrain considerations
Additional Comments

Figura 12: il takeoff briefing, parte della Before Start Procedure. Evidenziato in rosso il controllo delle FMC Takeoff Reference CDU Page. (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. NP.21.28).

1.6.5.2. EFB (iPad) Preflight Procedure

La procedura (Figura 13, Figura 14 e Figura 15) prevede che un membro dell'equipaggio calcoli i dati preliminari relativi alle prestazioni di decollo e atterraggio in base alle condizioni dell'aeromobile e/o a qualsiasi altro criterio che possa influire sui dati relativi alle prestazioni (ad esempio NOTAM, condizioni della pista, configurazione dell'aeromobile e l'altro membro dell'equipaggio verifica tali calcoli. La procedura specifica quali dati devono essere inseriti; tra questi figura il TAKEOFF WEIGHT. Si evidenzia in proposito che il TOGW non è tra i dati presenti sul CDU, che computa automaticamente il solo GR WT. Dopo avere selezionato la funzione di calcolo, i risultati devono essere controllati.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

If the QFE altimeter setting is beyond the range of the altimeters, QNH procedures must be used with QNH set in the altimeters.

Electronic Flight Bag - Class 1 (iPad) Operation

This procedure may accomplished for use of the Electronic Flight Bag (EFB) System - Class 1 (iPad)

EFB (iPad) Preflight Procedure

Start the EFB Preflight Procedure anytime after the CDU/EFB Preflight Procedure.

One crewmember computes the preliminary takeoff and landing performance data in accordance with the technical condition of the aircraft and/or any other criteria that may impact the performance data (e.g. NOTAM, runway condition, aircraft configuration and the other crewmember crosscheck that computation.

Figura 13: Supplementary procedures Electronic Flight Bag (iPad) Preflight Procedures (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. SP.10.2).

Boeing OPT app .....Start/Init/Open

New Tail Number .....SELECT

MEL/CDL..... SELECT Items and Check

AIRFIELD DATA.....OBTAIN

Obtain airfield data that will be use for preliminary takeoff performance computation.

TAKEOFF page:

Enter the selections in accordance with the estimated departure condition:

- Select the Airport (ARPT SEARCH), runway (RWY). Modify the runway, as appropriate. Any NOTAM affecting the airport data should be considered.
- Enter the weather conditions (WIND, OAT, QNH, COND). Enter the aircraft Takeoff Weight, and the aircraft configuration (FLAP, A/C, CG, A/I).

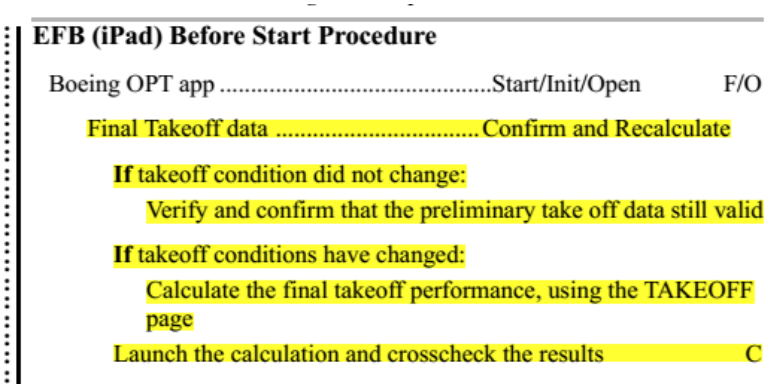
CALC ..... Select and Crosscheck

Launch the calculation and crosscheck the results

Note: If required to switch to the full thrust view, simply tap the FULL/ATM button just above the output section.

Figura 14: Supplementary procedures Electronic Flight Bag (iPad) Preflight Procedures (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. SP.10.3).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



EFB (iPad) Before Start Procedure

Boeing OPT app .....Start/Init/Open F/O

Final Takeoff data .....Confirm and Recalculate

If takeoff condition did not change:

Verify and confirm that the preliminary take off data still valid

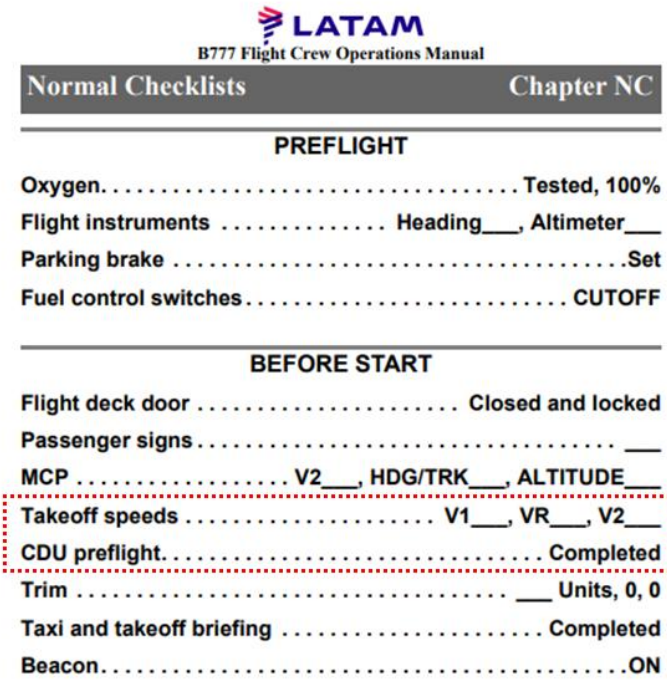
If takeoff conditions have changed:

Calculate the final takeoff performance, using the TAKEOFF page

Launch the calculation and crosscheck the results C

Figura 15: Supplementary procedures Electronic Flight Bag (iPad) Before Start Procedures (fonte LATAM B777-300ER Flight Crew Operations Manual, FCOM-TPR pag. SP.10.4).

Con la Normal Checklist Before Start (Figura 16), l'equipaggio verifica di avere completato tutte le procedure precedentemente elencate, tra le quali il calcolo dei valori di V1, VR, V2 e la CDU preflight.



LATAM

B777 Flight Crew Operations Manual

Normal Checklists **Chapter NC**

PREFLIGHT

Oxygen. . . . . Tested, 100%

Flight instruments . . . . . Heading___, Altimeter___

Parking brake . . . . . .Set

Fuel control switches. . . . . CUTOFF

BEFORE START

Flight deck door . . . . . Closed and locked

Passenger signs . . . . . ___

MCP . . . . . V2___, HDG/TRK___, ALTITUDE___

Takeoff speeds . . . . . V1___, VR___, V2___

CDU preflight. . . . . Completed

Trim . . . . . ___ Units, 0, 0

Taxi and takeoff briefing . . . . . Completed

Beacon. . . . . .ON

Figura 16: Normal Checklists, Before Start (fonte LATAM B777-300ER Quick Reference Handbook, QRH-TPR pag. NC.1).

1.6.6. Procedure Operatore

Il manuale operativo LATAM Manual Geral de Operacoes (MGO) nelle parti di interesse, riferite alle fasi del dispacciamento del volo e controllo operativo – Peso e Bilanciamento specifica che il *loadsheet* è il documento finale emesso dal DOV (Responsabile del Dispacciamento Operativo del Volo), che contiene le informazioni relative ai pesi dell'aeromobile, al centro di gravità, al caricamento e al numero di passeggeri. L'MGO specifica che tale documento può essere consegnato ai piloti tramite ACARS o stampato "con

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

qualsiasi mezzo" ("*por qualquer meio"*). La responsabilità per la correttezza e la preparazione del loadsheet è sempre del DOV e del Comandante (PIC), ai quali spetta la firma del documento. Il comandante è responsabile dell'analisi finale delle informazioni presentate nel loadsheet, dovendo verificare i limiti di peso relativi alla performance sull'EFB. In caso di indisponibilità, si seguirà la procedura prevista dalla MEL. La firma del DOV viene effettuata elettronicamente mediante la registrazione nel documento, composta da nome e codice ANAC.

Il comandante effettua la firma o tramite ACARS o manoscritta mediante copia cartacea. Il manuale non cita l'accettazione tramite iPad.

1.6.6.1. Calcolo e validazione delle performance di decollo e atterraggio

Il MGO prevede che prima di ogni decollo e atterraggio, in possesso della documentazione di volo e con i dati meteorologici aggiornati, i piloti debbano seguire individualmente i passaggi sottoindicati (Figura 17):

1. Effettuare i calcoli di performance nei rispettivi applicativi in modo individuale.
2. Validare i calcoli (confrontando i dati inseriti con i risultati ottenuti).
3. Dopo la validazione, inserire i risultati nel CDU (Boeing) o nel MCDU (Airbus), secondo quanto previsto dal FCOM (Flight Crew Operating Manual).


Manual Geral de Operações

LATAM

DOUTRINA OPERACIONAL

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

4.1.3.3 Cálculo e validação de performance de decolagem e pouso

Antes de cada decolagem e pouso, de posse da documentação de voo e com os dados meteorológicos atualizados, os pilotos deverão seguir os passos abaixo, de maneira individual, conforme abaixo:

1. Efetuar os cálculos de performance nos respectivos aplicativos de forma individual.
2. Validar os cálculos (comparando os dados inseridos resultados obtidos).
3. Após a validação, inserir os resultados no CDU (Boeing), MCDU (Airbus), conforme FCOM.

(IOSA FLT 4.1.4, FLT 3.11.51)

Página	Titulo/Capitulo	Efetividade	Revisão
14	4.1	15/05/2024	19.08

Figura 17: estratto dal Manual Geral de Operacoes.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.6.6.2. Procedura del 29 agosto 2024 RTM 023/2024 R00

Dopo l'evento l'operatore ha introdotto la procedura RTM 023/2024 R00, dal titolo *"Calcolo e convalida delle prestazioni di decollo e atterraggio"* con l'obiettivo di rafforzare l'importanza, per la sicurezza, della politica di calcolo individuale e di convalida delle prestazioni.

Il documento specifica che il calcolo può considerarsi individuale solo se le informazioni da utilizzare sono state ottenute in modo indipendente. Pertanto, è espressamente vietato ai piloti comunicare all'altro in modo verbale i dati utilizzati per il calcolo delle prestazioni.

Di seguito il testo:

4.1.3.3 Calcolo e convalida delle prestazioni di decollo e atterraggio

Prima di ogni decollo e atterraggio, in possesso della documentazione di volo e dei dati meteorologici aggiornati, i piloti devono effettuare i calcoli delle prestazioni nelle rispettive applicazioni, secondo la sequenza prevista nel FCOM di ciascuna apparecchiatura.

Il calcolo delle prestazioni deve essere effettuato individualmente da ciascun pilota, che deve ottenere le informazioni necessarie direttamente dal documento ufficiale pertinente (ad es. OFP, Loadsheet, ATIS, ecc.), essendo vietato richiedere o ottenere le informazioni verbalmente dall'altro pilota. Dopo aver effettuato i calcoli, i piloti devono effettuare la convalida e l'inserimento dei risultati nel CDU (Boeing) / MCDU (Airbus), secondo il FCOM.

1.6.6.3. Chiarimenti dell'operatore circa la procedura di computo e validazione dei dati di decollo.

Calcolo dei dati di decollo

Secondo quanto riferito, il valore TOGW da inserire nell'iPad/OPT per il calcolo del decollo si ottiene direttamente dal loadsheet final. Questo valore viene poi confrontato con il GR WT visualizzato nella pagina PERF del CDU (che riflette il TOGW più il carburante di rullaggio, o peso di rampa, derivato dallo ZFW e dal carburante a bordo inseriti). Questo controllo incrociato garantisce la coerenza tra il loadsheet final e l'FMS prima di procedere con i calcoli di decollo iPad/OPT, come indicato nelle procedure FCOM N.P. 21.27, S.P. 10.3 e S.P. 10.4.

Convalida dei dati di decollo

Per convalidare i dati sulle prestazioni al decollo, i piloti controllano il valore TOGW inserito nell'iPad/OPT confrontandolo direttamente con il peso lordo (GR WT) visualizzato nella pagina PERF (o TAKEOFF REF) del FMC. Questo valore GR WT rappresenta la somma dello ZFW e del FOB inseriti, come indicato nella scheda di carico. La funzione REF del 777

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

nella pagina TAKEOFF REF fornisce ulteriori velocità calcolate dall'FMC da confrontare con quelle inserite dal pilota.

Da quanto esposto dall'operatore si desume quindi che un controllo del dato del TOGW inserito nell'OPT non sia direttamente verificabile con l'FMC in quanto tale dato non è presente, ma possa solo essere effettuato un controllo di congruenza con il GR WT. Inoltre, tale procedura non sarebbe presente sulla documentazione applicabile consultata (FCOM, MGO).

1.6.7. Tail Strike

Il *tail strike* si verifica quando la parte inferiore della fusoliera posteriore o il pattino di coda (*tail skid*) entra in contatto con la pista durante il decollo o l'atterraggio.

In caso di *tail strike* la procedura da attuare è descritta sul QRH (Figura 18), e prevede di avviare la depressurizzazione della cabina dell'aeromobile per evitare eventuali ulteriori danni strutturali. È inoltre previsto di atterrare al più vicino aeroporto disponibile.

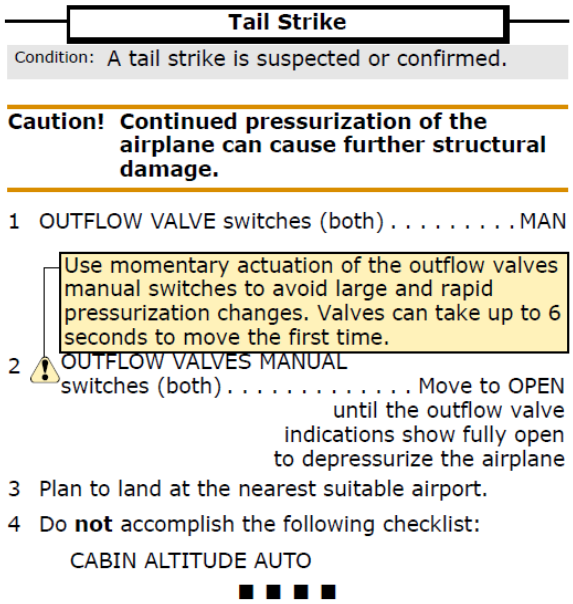


Figura 18: la procedura di tail strike riportata sul QRH (fonte LATAM B777-300ER Quick Reference Handbook, QRH-TPR pag. 15.5).

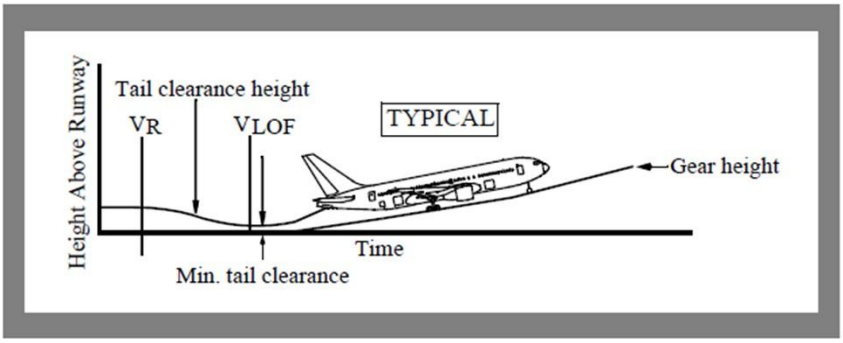
1.6.7.1. Takeoff Risk Factors

Tra i fattori di rischio identificati, precursori di un potenziale tail strike, il manuale FCTM cita la rotazione ad una velocità inadeguata. Questa situazione è solitamente causata da una rotazione anticipata dovuta a una situazione anomala o ad una velocità troppo bassa rispetto al peso e/o alla posizione dei flap.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.6.7.2. Dati di assetto relativi alla distanza della tail dalla pista durante il decollo (Typical Takeoff Tail Clearance)

Il Boeing 777 Flight Crew Training Manual per la versione 777-300ER (Figura 19), riporta un valore previsto di assetto di decollo pari a 8.5°. Tale assetto garantisce una distanza della coda dal suolo di 76 cm. Il contatto della coda con la pista (tail strike) ha luogo ad un assetto relativo all'asse di beccheggio pari a 10°.



Model	Flaps	Liftoff Attitude (degrees)	Minimum Tail Clearance inches (cm)	Tail Strike Pitch Attitude (degrees)
777-200	5, 15, 20	8.5	37 (94)	12.1
777-200LR	5, 15, 20	8.5	37 (94)	12.1
777-F	5, 15, 20	8.5	37 (94)	12.1
777-300	5, 15, 20	7.0	36 (91)	8.9
777-300ER	5, 15, 20	8.5	30 (76)	10.0

Note: 777-300ER values valid when the Semi-Levered Gear (SLG) is operative. When the SLG is inoperative, use 777-300 values.

Figura 19: assetto di decollo, separazione della coda dal suolo e assetto di tail strike (fonte: Boeing 777 Flight Crew Training Manual, FCT777 (TM) pag. 3.10).

La tecnica consigliata prevede un rateo di rotazione variabile tra 2° e 2,5° al secondo (quest'ultimo valore per i modelli più lunghi, quali il B777-300ER). L'assetto di decollo viene quindi raggiunto in circa 4 secondi dall'inizio della rotazione (Figura 20).

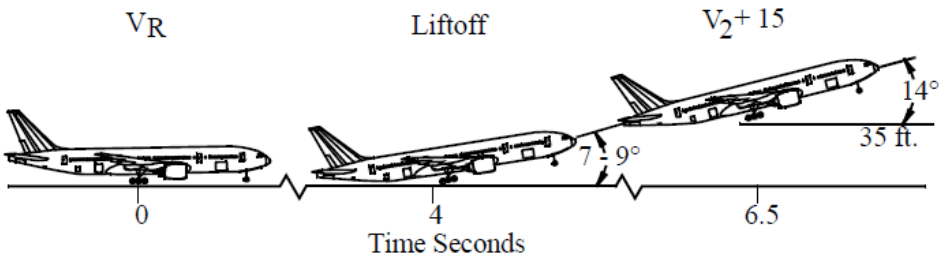


Figura 20: rotazione normale (fonte: Boeing 777 Flight Crew Training Manual, FCT777 (TM) pag. 3.8).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Il METAR in vigore al momento del decollo era il seguente:

LIMC 091120Z VRB01KT 9999 FEW040 30/19 Q1018 NOSIG

La previsione sull'aeroporto (TAF LIMC) riportava:

091100Z 0912/1018 VRB05KT CAVOK=

Al momento del decollo del volo LA8073 era in vigore l'ATIS *Departure Information* "LIMA" del quale si riporta il seguente testo integrale:

[2024/07/09 11:26:22 F2 L LIMA] THIS IS MALPENSA ATIS DEPARTURE INFORMATION LIMA AT 1 1 2 0 RUNWAY IN USE 3 5 LEFT TRANSITION LEVEL 7 0 WIND STOP END 1 5 0 DEGREES 4 KNOTS DIRECTION VARIABLE BETWEEN 0 6 0 AND 2 2 0 DEGREES CAVOK TEMPERATURE 3 0 DEGREES DEW POINT 1 9 DEGREES QNH 1 0 1 8 HECTOPASCAL QFE 0 9 9 2 HECTOPASCAL YOU HAVE RECEIVED ATIS INFORMATION LIMA.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

Non pertinente.

1.9. COMUNICAZIONI

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

1.9.1. Servizio mobile

Il volo TAM8073 ha stabilito contatti con i seguenti enti del traffico aereo.

Malpensa Delivery[14] (120.9 Mhz): alle 10.58' (non sono disponibili le trascrizioni, l'orario è ricavato dalla comunicazione registrata dal CVR).

Malpensa GND: dalle 11.04'55" alle 11.20'48".

Malpensa TWR (departure): dalle 11.21' 41" alle 11.28'44".

Milano ACC: dalle 11.28'59" alle 12.33'18".

Malpensa TWR (arrival): dalle 12.33'30" alle 12.39'41".

[14] Delivery (o ATC Clearance Delivery) è l'ente di controllo del traffico aereo responsabile dell'emissione delle autorizzazioni IFR (strumentali) ai voli in partenza.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.9.2. Comunicazioni radio

Tutte le comunicazioni tra l'aeromobile e gli enti del controllo del traffico e viceversa, hanno avuto luogo regolarmente sia nel corso delle operazioni normali, sia nelle fasi successive al tail strike.

Si riportano di seguito gli orari delle sole comunicazioni di interesse utili per la ricostruzione della sequenza temporale dell'evento.

1.9.2.1. Comunicazioni radio con Malpensa Ground

Alle 11.04'55" il volo con nominativoTAM8073 richiede il push back.

Alle 11.14'27" il TAM8073 richiede le istruzioni al rullaggio. La Ground istruisce al rullaggio, fino all'intersezione GW che corrisponde ad un allineamento con tutta la lunghezza della RWY35L disponibile.

1.9.2.2. Comunicazioni radio con Malpensa TWR (departure)

Alle 11.21'41" il TAM8073 contatta la TWR comunicando di avere raggiunto il punto attesa GW.

Alle 11.25'34" la TWR autorizza il TAM8073 al decollo per RWY35L.

Alle 11.27'10" la TWR avvisa il TAM8073 che durante la corsa di decollo è stato osservato il tail strike.

Alle 11.28'44" il TAM8073, alla richiesta da parte della TWR circa le intenzioni, comunica l'intendimento di procedere al punto INLER a 6000 ft.

1.9.2.3. Comunicazioni radio con Milano ACC settore NW

Alle ore 11.32'32" il TAM8073 dichiara PAN, PAN per tail strike e l'intenzione di mantenere 6000 ft. Seguono le comunicazioni per il coordinamento del fuel dumping.

Alle 11.50'38" il TAM8073 comunica l'inizio delle operazioni di scarico del carburante.

Alle 12.23'39" il TAM8073 comunica di essere pronto per l'avvicinamento.

Alle ore 12.24'18" il TAM8073 dichiara il termine del PAN PAN ed il ritorno alle normali operazioni di volo per procedere all'atterraggio.

1.9.2.4. Comunicazioni radio con Tower

Alle 12.33'30" il TAM8073 è stabilizzato per l'ILS Z 35R ad 8.3 NM

Alle 12.33'54" la TWR autorizza il volo all'atterraggio RWY35R.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.10. INFORMAZIONI SULL'AEROPORTO

L'aeroporto di Malpensa (ICAO: LIMC, IATA: MPX) ha due piste parallele con orientamento 349°/169°. Ha coordinate ARP 45°37'48''N 8°43'23''E ed una elevazione di 768 ft.

Il decollo ha avuto luogo per pista 35L che ha le seguenti distanze dichiarate (AIP Italia LIMC AD 2.13):

TORA 3914 m

TODA 3974 m

ASDA 3914 m

La RWY 35L ha una pendenza longitudinale pari al 0,58%.

La 35L THR elevation (da dove è iniziata la corsa di decollo) è pari a 696 ft. La 18R THR elevation (sorvolata al termine del decollo) è pari a 764 ft.

L'atterraggio ha avuto luogo per pista 35R che ha la seguente distanza di atterraggio dichiarata (AIP Italia LIMC AD 2.13):

LDA 3919 m.

L'orario locale (ora legale) è pari a UTC-2 ore. Rispetto a San Paolo del Brasile (ora solare) UTC+3, vi erano 5 ore di differenza.

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

FDR: Honeywell HFR5 -D, p/n 980-4750-009 e s/n FDR-01023 con memoria a stato solido e durata totale della registrazione di 26 ore 48'30".

CVR: Honeywell HFR5 -V, p/n 980-6032-001 e s/n CVR-01686 con memoria a stato solido.

Per quanto concerne la registrazione audio, erano presenti quattro file audio relativi al *Captain Mic* (CM1, durata 2 ore 10' 51"), al *First Officer Mic* (CM2, durata 2 ore 10' 51"), al *Third Crew Mic* (CM3, durata 2 ore 10' 51") e al *Cockpit Area Mic* (CAM, durata 3 ore 12' 28").

1.11.2. Dati FDR

Il FDR inizia la registrazione dei parametri relativi al volo TAM8073 a partire dalle 11.10'41" in corrispondenza della fase di avviamento del motore destro.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.11.2.1. Fase prevolo

I dati inseriti dall'equipaggio nell'FMC e riferiti alle performance di decollo risultano i seguenti (Figura *21*):

ZFW	219.460 kg (483.840 lbs)
V1	145 kt
VR	149 kt
V2	156 kt
Assumed Temp	56°C
Flaps	5°
CG	30%
Stab Trim	-1,148°

L'FMC riporta l'indicazione di carburante a bordo pari a 109.500 kg e di Gross Weight pari a 328.909 kg (725.120 lb). La TAT era pari a 30°.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

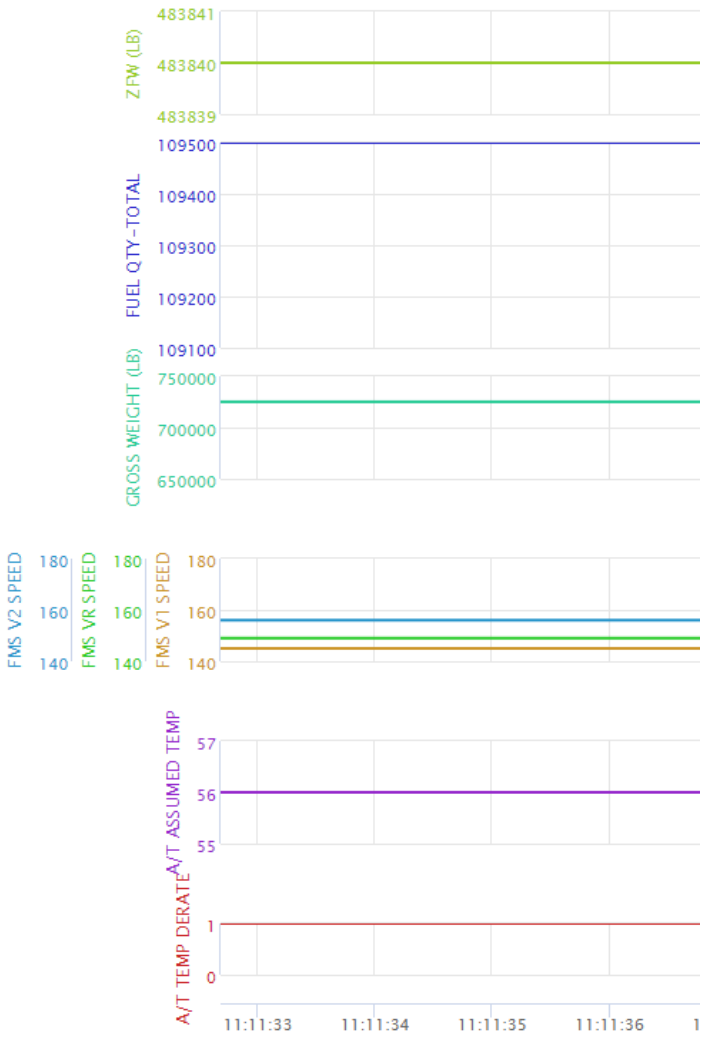


Figura 21: dati inseriti o rilevati sull'FMC registrati dal FDR, tra i quali figurano lo ZFW (sul FDR in libbre) corrispondente a quello effettivo e V1 145 kt, VR 149 kt, V2 156 kt, Assumed Temp 56°C, Flaps 5°.

.

1.11.2.2. Decollo

Alle 11.25'42" l'aeromobile si allinea per RWY35L con tutta la lunghezza pista a disposizione. La configurazione di decollo è flap 5°.

Alle 11.25'58" ha inizio la fase di decollo con una *assumed temperature* di 56°C che risulta in N1_CMD=92.8%, N1=92.8%, N2=113% e TLA=72°[15].

Alle 11.26'33" si attiva l'avviso audio sintentico V1.

Alle 11.26'36'' ha inizio la rotazione alla velocità indicata di 150 kt (Figura 22).

Alle 11.26'37" il NLG commuta da "ground" ad "air" a IAS=153 kt.

[15] Il valore N1_CMD è il valore di N1 (rotazione del fan) comandato dal sistema automatico della spinta calcolato dal FADEC in base al thrust mode selezionato, alla posizione delle throttles, alle condizioni ambientali ed ai limiti del motore.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Alle 11.26’40” IAS=160 Kts, Pitch=8.3°, è attivo il tail strike Protection Command che rimane attivo fino alle 11.26’49,5” (6 unità fino ad un valore raggiunto di 9 unità su di un massimo pari a 10).
Alle 11.26’42” dal confronto tra coordinate GPS registrate e la posizione dei danneggiamenti in pista (si veda anche paragrafo 1.12.2) si è stabilito che in questo momento è iniziato fisicamente il *tail strike.*
Alle 11.26’48’’ TLA gradualmente da 72° a TO/GA in 5” (entrambe le throttle su TOGA a 11.26’53”, N1 106% alle 11.26’54”).
Alle 11.26’48” IAS=178 Kts, Pitch 11.2°, LH MLG Tilt.
Alle 11.26’48” si registra il valore di bassa pressione della bombola “A” dell’impianto estinguente APU. Un secondo dopo si registra il valore di bassa pressione relativo alla bombola “B” (APU Bottle Press Low A e B).
Alle 11.26’48.5”, RH MLG tilt (si solleva prima il LH MLG, 0,5” dopo il RH MLG).
Alle 11.26’49” l’aeroplano è in volo (Figura 23, Figura 24, Figura 25).
Alle 11.26’53” si attiva l’indicazione EICAS TAIL STRIKE CAUTION ad indicare l’avvenuto tail strike.
Alle 11.26’57’’ il velivolo si trovava sulla verticale della THR 18R (ovvero la testata opposta nella direzione di decollo, 45,646°N 8,7185°E) ad una altezza di 155 ft radaraltimetro ad una IAS di 181 kt (Figura 26).
Alle 11.27’38” si attiva l’indicazione EICAS TAIL SKID ADVICE, ad indicare la discordanza tra la posizione del tail skid e la posizione del carrello.
Un plottaggio d’insieme delle posizioni significative riferite alla corsa di decollo è rappresentato in Figura 27.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

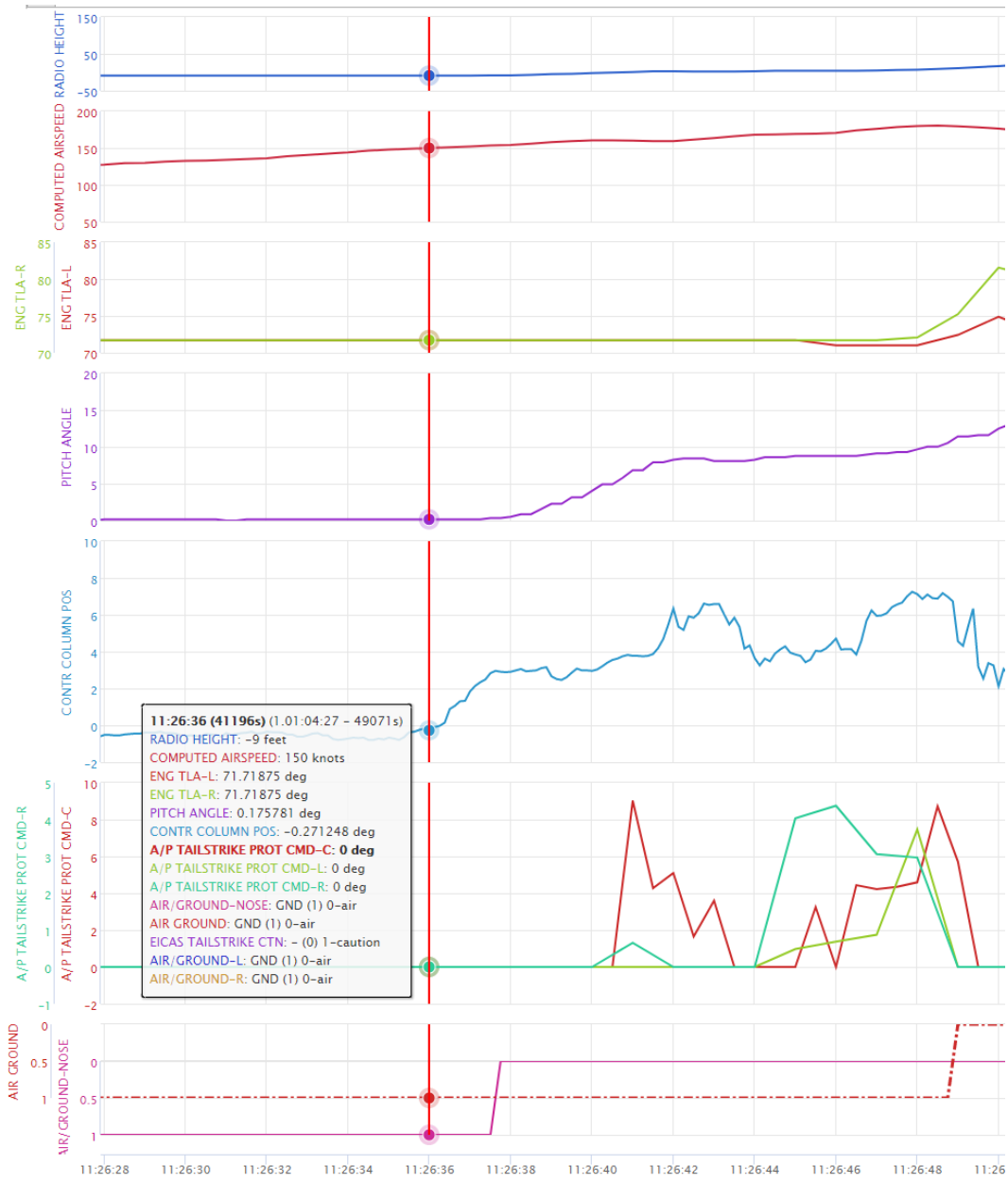


Figura 22: tempo 11.26’36” inizio rotazione a 150 kt.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

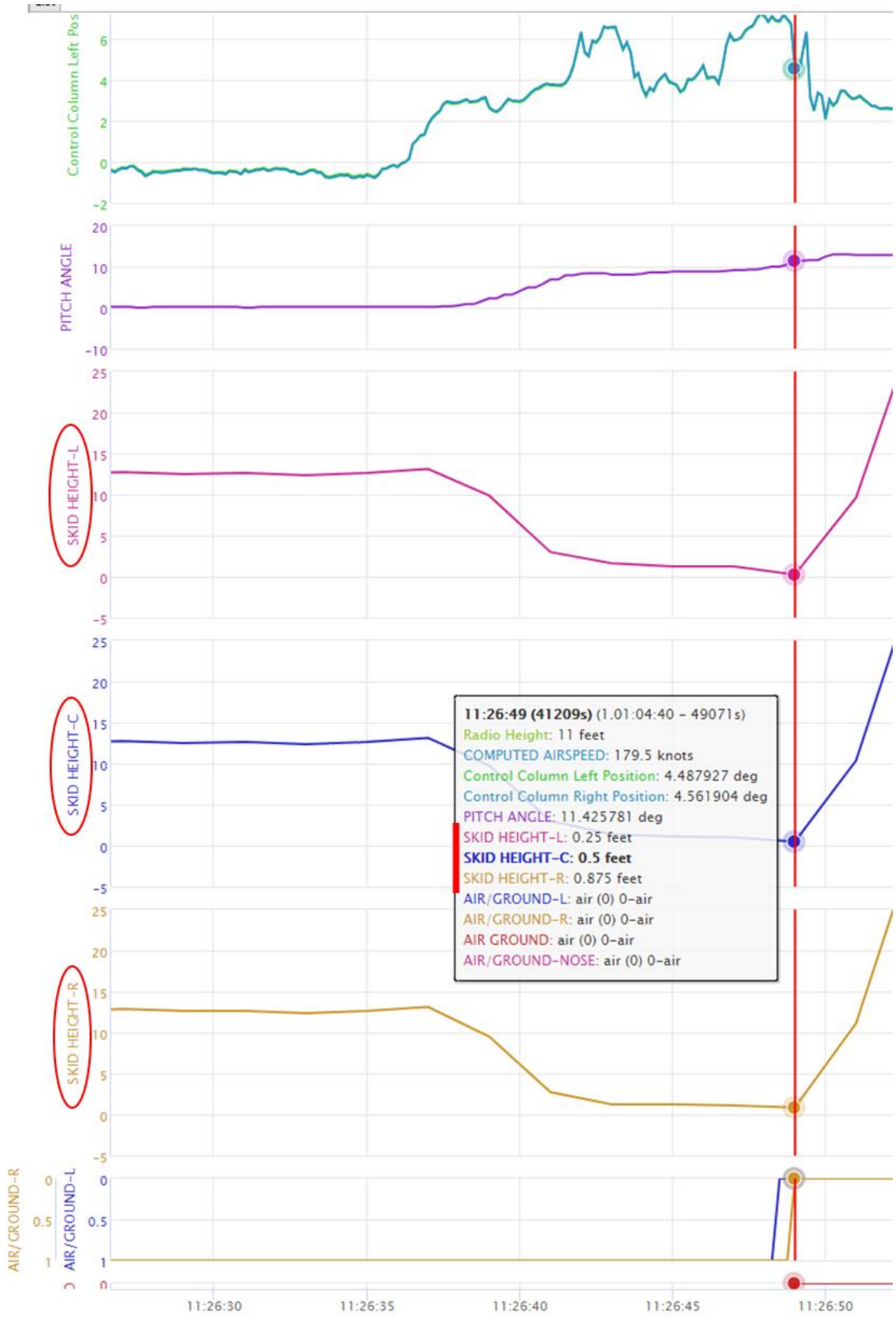


Figura 23: nelle righe evidenziate la misura radioaltimetrica del tail skid al momento dell'invol o (L=0,25 ft, C=0,5 ft, R=0,875 ft).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

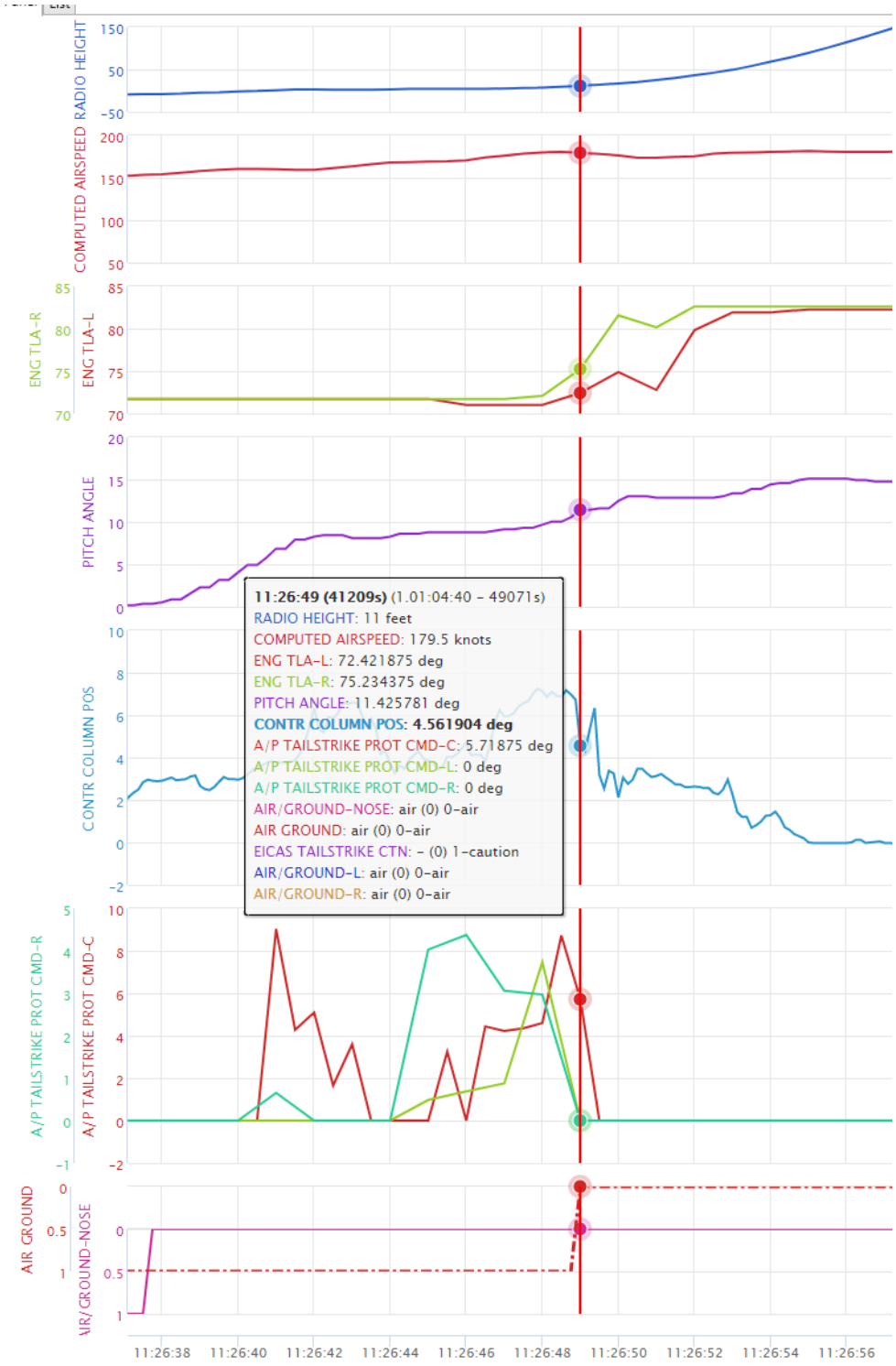


Figura 24: tempo 11.26'49" involo. Il pitch angle è pari a 11,4°. Nella penultima linea si nota l'attivazione dei canali tail stike protection command dalle 11.26'40" alle 11.26'49".

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

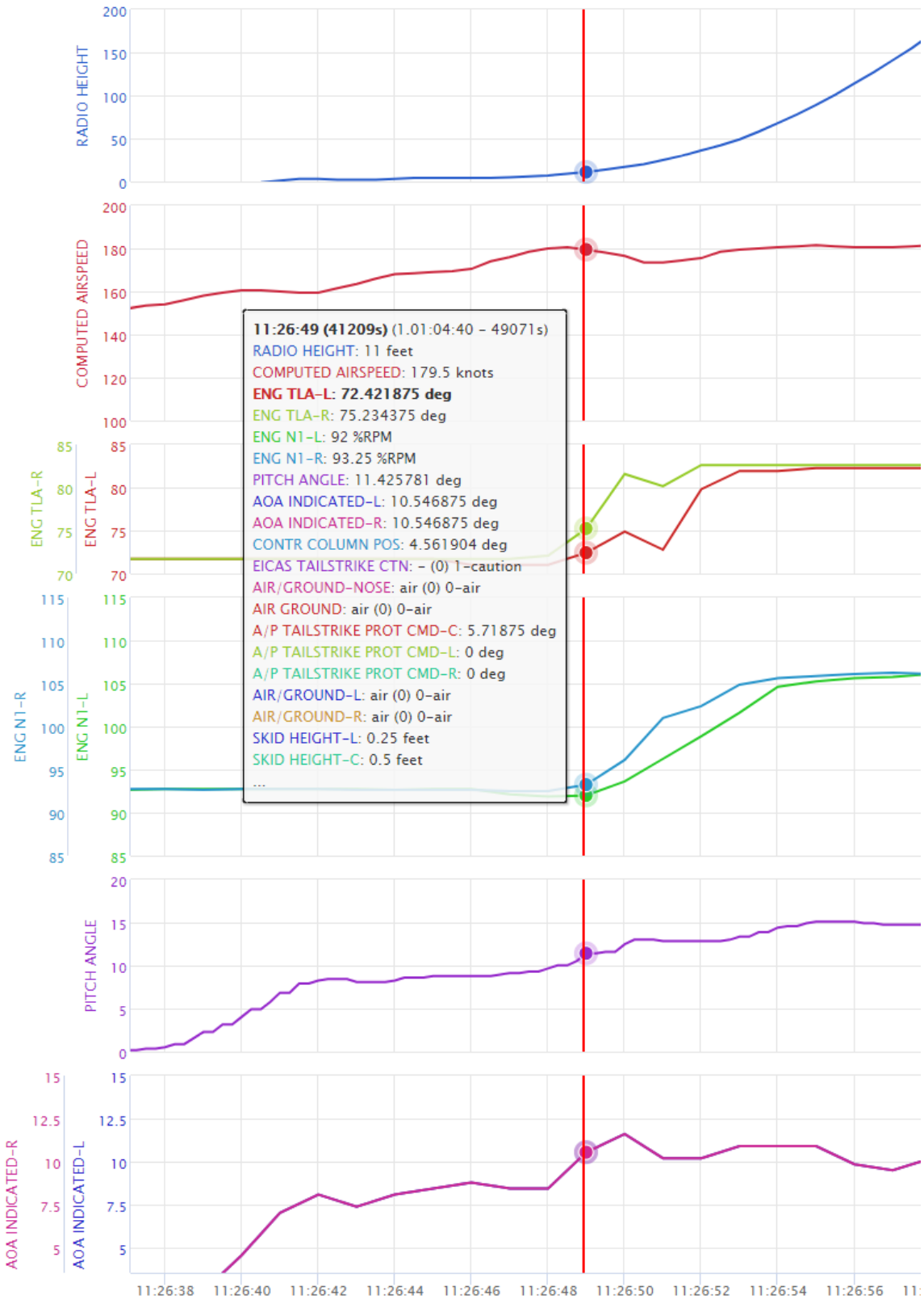


Figura 25: tempo 11.26'49" invola a 179 kt. L'AOA è pari a 10,5°. TLA in movimento verso TOGA.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

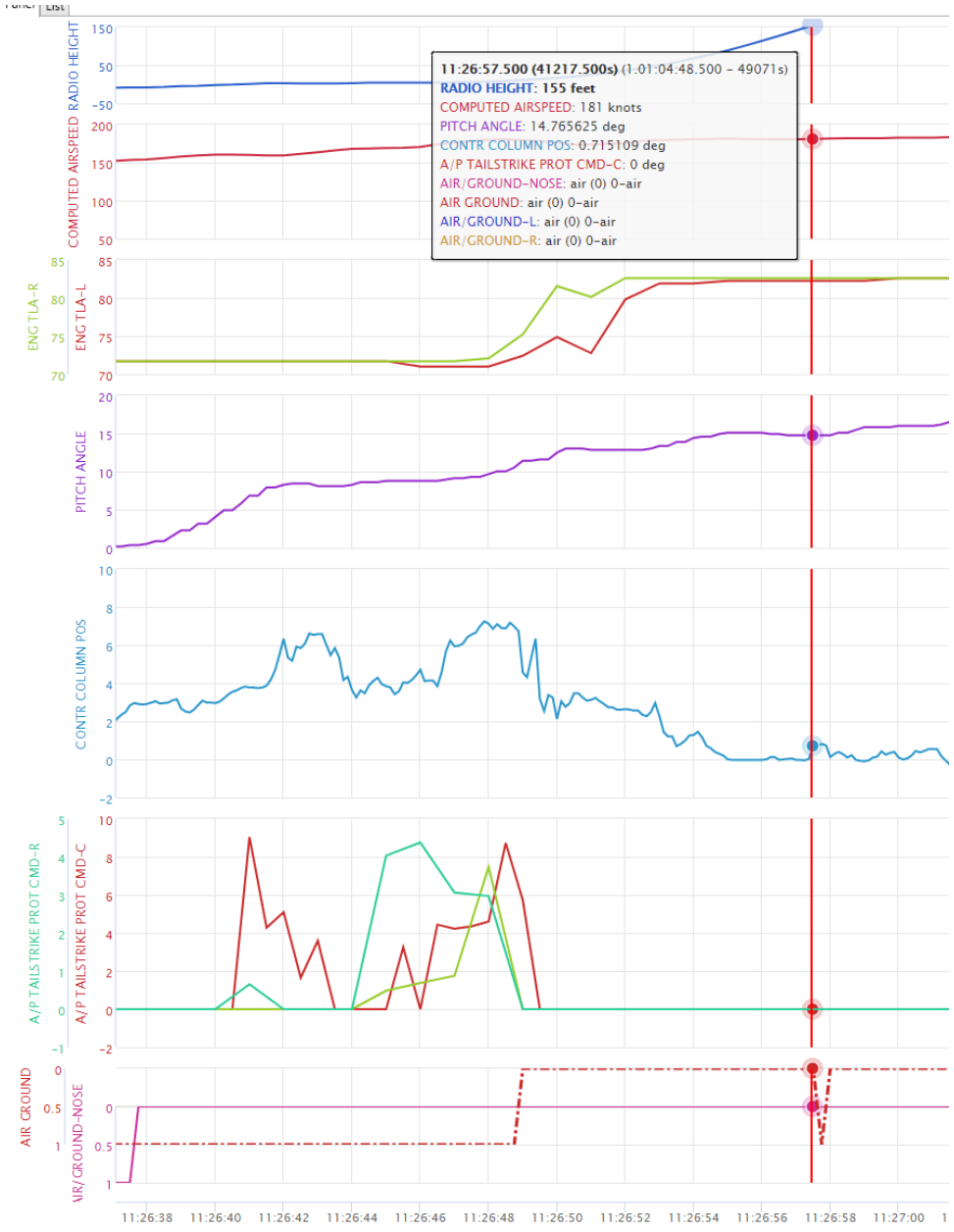


Figura 26: tempo 11.26’57” sorvolo della THR18R a 155 ft e 181 kt.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Figura 27: plottaggio dei punti notevoli con orari corrispondenti riferiti al decollo del volo TAM8073.

1.11.2.3. Fuel Dumping

Il volo TAM8073 ha effettuato la procedura di scarico del carburante (fuel dumping) dalle 11.51'05" (apertura valvole) in posizione 45°19' N, 8°09' E con carburante totale indicato pari a 103.700 kg alle 12.23'17" (chiusura valvole) in posizione 45°20' N 8°07' E con carburante indicato pari a 31.600 kg. Il totale di Jet A-1 scaricato in circa 32 minuti ammonta quindi a 72.000 kg. Il fuel dumping ha avuto luogo ad una altitudine di 6000 ft, alla velocità indicata di 190 kt (pari a circa 240 kt di velocità al suolo) ed è stata effettuata nel corso di sette giri di holding nella zona compresa dalle seguenti coordinate:
45°23'N 08°06'E - 45°23'N 08°16E - 45°20'N 08°18'E - 45°18'N 08°16'E - 45°18'N 08°07'E - 45°20'N 08°05'E.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.11.2.4. Atterraggio

Alle 12.36'35'' si è registrato l'atterraggio del volo LA8073 per RWY35R, con 29.900 kg di carburante indicato a bordo ed un GR WT di 249.180 kg, per una durata totale del volo pari a 1 ora e 10 minuti.

1.11.3. CVR

La registrazione del *Cockpit Area Mic* (durata 3 ore 12' 28") copre parte delle procedure a terra. La qualità dell'audio, essendo un microfono ambientale non è ottima però consente di capire il senso di gran parte delle comunicazioni. Le comunicazioni tra i tre piloti hanno avuto luogo in lingua portoghese. Per la trascrizione delle parti di interesse ci si è avvalsi della collaborazione del rappresentante accreditato della omologa agenzia brasiliana CENIPA.

1.11.3.1. Before Start Procedure

Orario 10.50'01": hanno inizio le registrazioni del CAM. In quel momento il comandante in addestramento (CM1) nelle fasi di preparazione a terra, precedenti alla messa in moto, sta enunciando le voci previste dalla check list per take off briefing (Figura 12), che è parte della Before Start Procedure (Figura 11). Ciò avviene sotto il diretto controllo del LTC (CM2), che, sostanzialmente, conferma quanto il comandante in addestramento enuncia.

La "MEL" è il primo item registrato dal CVR; seguono "NOTAM", "hazardous material" e "weather and runway condition".

10.50'22": il comandante in addestramento enuncia la voce "FMC Takeoff REF". Il comandante in addestramento e l'LTC pronunciano contemporaneamente "Stand by**"**.

Il comandante in addestramento passa quindi direttamente alla voce Route Review e briefing relativi al taxi, al decollo (normale) e della SID fino alle 10:56'. In questa fase l'LTC spiega le modalità di verifica della SID, con riferimento alle velocità ed alle quote.

10.56': il cruise captain (CM3) comunica al LTC che ha ricevuto il loadsheet final e glielo ha inviato. Il LTC lo ringrazia.

Il LTC dice al comandante in addestramento di continuare con il takeoff briefing e di attendere per il loadsheet final.

Il comandante in addestramento enuncia la voce "abnormal briefing" e il LTC enuncia il briefing delle eventuali azioni prima e dopo la V1.

Il comandante in addestramento completa il "take off briefing*"* con le voci "terrain consideration" ed "additional comments".

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

10.57’33”: il LTC inizia a controllare ad alta voce il loadsheet final leggendo lo ZFW (219.5) ed il CG (29.7). Nel commento ai dati del loadsheet final il LTC enuncia che lo ZFW ammontava a 1500 kg in meno del pianificato (OFP) ed il comandante in addestramento confermava.

10.58’: la procedura viene interrotta da una comunicazione di Malpensa Delivery che assegna al volo TAM8073 l’ordine di sequenza per il push back (ovvero numero 2). Il LTC dà il ricevuto all’informazione. In tale fase di chiamata radio viene verosimilmente alzato il volume dello speaker che rimane alto per tutto il tempo della sequenza delle operazioni con numerose comunicazioni che interessano altri velivoli e costituiscono un notevole rumore di fondo registrato dal CAM.

10.58’13”: il LTC spiega che è il momento di passare al computo dei dati di decollo sull’OPT.

10.58’19”: il LTC enuncia “un attimo… OPT… 228.8” e lo ripete pochi secondi dopo.

10.58’36”: il comandante in addestramento comincia a leggere i risultati dell’OPT, enunciando “Flap 5”, ma il LTC lo interrompe, riferendosi ad un errore.

10.58’47”: il LTC dice al comandante in addestramento che deve inserire “T2”.

10.58’57”: il comandante in addestramento inizia di nuovo a leggere i risultati del calcolo OPT iniziando da “Flap 5”. Il LTC lo corregge, indicandogli di leggere tutti i campi.

10.59’02”: il comandante in addestramento inizia a leggere, dall’alto verso il basso, prima a sinistra poi a destra, tutti i campi inseriti nell’OPT.

10.59’18”: il LTC conferma.

10.59’19”: il comandante in addestramento prosegue a leggere i risultati dell’OPT tra i quali le velocità V1=145, VR=149, V2=156 e Vref 30= 143.

10.59’40”: il LTC conferma la validazione del risultato.

10.59’45”: il LTC detta i risultati che vengono inseriti nel CDU dal comandante in addestramento.

11.00’31”: il LTC enuncia “V-SPEEDS UNAVAILAVBLE” aggiungendo che non comprende perché il messaggio sia comparso, ma che questo è presente.

11.00’43”: il cruise captain (CM3) suggerisce di controllare che il selettore della funzione reference speed sul CDU sia su ON in modo da mostrare le velocità. La funzione risultava già abilitata ma le velocità di riferimento non comparivano.

11.01’03”: il LTC dice di procedere.

11.01’05”: il comandante in addestramento enuncia la V2 (1-5-6).

11.01’28”: il comandante in addestramento legge la voce MCP e i dati applicabili (V2-HDG-ALT-LNAV-VNAV).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

11.01’35”: il cruise captain conferma che su indicazione del tecnico a terra le operazioni di imbarco sono terminate.
11.01’40”: il LTC comunica al comandante in addestramento di ordinare la chiusura delle porte.
11.01’55”: il LTC commenta che sono riusciti a fare tutte le operazioni in un’ora, agevolati però dal fatto che hanno fatto il controllo della documentazione del volo sul bus nel corso del trasferimento. Aggiunge che la presentazione all’aeromobile un’ora e mezza prima sarebbe preferibile e che un’ora è poco.
11.04’55”: il LTC, su indicazione di Malpensa Delivery, chiede l’autorizzazione al push back ed all’avviamento del motore sulla frequenza di Malpensa Ground.
11.05’20”: il LTC inizia la lettura delle voci della “before start checklist”. Alla voce “takeoff speeds” il comandante in addestramento legge: V1=145, VR=149, V2=164, poi corretto in 156, quindi conferma che il CDU preflight è completato.
11.06’20”: il LTC enuncia che la before start checklist è stata completata.
11.06’48”: il tecnico di terra comunica che ha inizio il push back.
11.10’41”: l’equipaggio avvia il primo motore (destro).
11.14’35”: l’equipaggio inizia il rullaggio.

1.11.3.2. Fase di decollo

11.19’40”: il LTC chiede di poter prendere il controllo dell’aeromobile e circa 30” dopo conferma di avere il controllo dell’aeromobile nelle fasi conclusive del rullaggio.
11.25’: l’aeromobile si allinea su RWY35L.
11.25’50”: il volo è autorizzato al decollo.
In fase di decollo si registrano le seguenti comunicazioni:

UTC TIME	CVR TIME	Sorgente	TESTO	NOTE
11.25’53”	35’52”	CM2	Take off.	Conferma attivazione fase decollo.
11.25’57”	35’56”	CM1	Checked.	Controllato
11.26’06”	36’05”	CM1	Thrust set.	Conferma potenza impostata.
11.26’07”	36’06”	CM2	Checked.	Controllato
11.26’12”	36’11”	CM1	Eighty Knots.	Indicazione velocità
11.26’13”	36’12”	CM2	Checked.	Controllato

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

11.26’33’’	36’32’’	AURAL	V one.	Velocità di decisione. Voce sintetica.
11.26’34’’	36’33’’	CM1	V one.	
11.26’36’’	36’35’’	CM1	Rotate.	Inizio manovra di rotazione.
11.26’41’’	36’40’’	CM2	*[???]* [***]... Não tá indo, [***]... Tem algo estanho *[???]*! Não tá indo!	?=Incomprensibile. *=Esclamazioni. Non sta andando, c’è qualcosa di strano, non sta andando.
11.26’48’’	36’47’’	CM3	TOGA!	Massima spinta motori.
11.26’49’’	36’48’’	CM2	Ah?	
11.26’50’’	36’49’’	CM3	TOGA!	Massima spinta motori.
11.26’54’’	36’53’’	CM1	Positive climb	Rateo di salita positivo.
11.26’55’’	36’54’’	CM2	Gear up.	Retrazione carrello.
11.26’57’’	36’56’’	CM3	Tail strike.	
11.27’00’’	36’59’’	AURAL	*Ding, ding, ding, ding*.	Avviso sonoro, una volta alla quota di attivazione.
11.27’03’’	37’02’’	CM1	Tail strike.	Lettura del messaggio EICAS
11.27’10”	37’09”	CM2	Autopilot ON	Inserimento autopilota

1.12. INFORMAZIONI SUL LUOGO DELL’INCIDENTE

In questo paragrafo sono riportate le informazioni acquisite dall’esame del luogo dell’evento.

1.12.1. Luogo dell’incidente

Il tail strike ha avuto luogo in fase di decollo da Malpensa per RWY35L (Figura 28).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Figura 28: evidenziata dal cerchio rosso l'area dell'impronta a terra. La freccia rossa indica la direzione di decollo.

1.12.2. Tracce al suolo

Sulla RWY35L veniva rinvenuta una impronta a terra (solco con profondità variabili fino a 6 cm) pari a 723 m lineari aventi origine tra le intersezioni DM e DE ed a 2 m a sinistra della mezzeria, e termine in punto poco prima della intersezione EM a 8.5 m a sinistra della mezzeria (Figura 29).



Figura 29: la linea verde indica l'impronta a terra relativa alla strisciata tra le intersezioni DM ed EM sulla RWY35L.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Non applicabile.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.14. INCENDIO

Non pertinente.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

Non pertinente.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Non pertinente.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

TAM - LINHAS AÉREAS S/A è titolare del Certificato di Compagnia Aerea - Certificato ETA n. 1997-09-0TAM-03-01, entrato in vigore il 26 giugno 2012 ed è autorizzata a fornire servizi di trasporto aereo pubblico di passeggeri e merci come compagnia aerea.

La sede e la base principale delle operazioni è l'Aeroporto de Congonhas – CGH São Paulo / SP - Brasile.

L'operatore opera sotto regolamentazione tecnica, certificazione e vigilanza della Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) ed è membro IATA. L'ultimo audit (IOSA) prima dell'evento è stato condotto a partire dal mese di agosto 2022 e con certificazione datata gennaio 2023. L'audit è stato condotto con modalità compliance based.

L'operatore figura sulla lista EASA degli Authorised Third Country Operators con codice TCO EASA BRA-0002.

TAM LINHAS AEREAS S.A. ha fatto richiesta ad EASA della TCO authorisation nel mese di giugno 2014 ed ha ottenuto una initial TCO authorisation (TCOA) nel mese di marzo 2016.

L'operatore è autorizzato ad operare con la seguente flotta:

- Boeing B777-300ER, 10 aeromobili;
- Boeing B787-8 Dreamliner, 1 aeromobile;
- Boeing B787-9 Dreamliner, 26 aeromobili.

Le norme e le procedure relative alle operazioni degli aeromobili, destinate principalmente ai piloti ed agli addetti al dispacciamento dei voli sono contenute nel manuale LATAM MGO (Manual Geral de Operações).

Il documento che descrive il sistema di gestione della sicurezza, in accordo all'Annesso 19 ICAO è il Manual del Sistema de Gestion del la Seguridad Operacional (SGSO). All'epoca dei fatti era in vigore la Rev. 2 del 14 febbraio 2022.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

L’operatore è certificato secondo gli standard Operational Safety Audit IATA (IOSA) che vengono rinnovati ogni due anni[16].

In corso di inchiesta l’ANSV ha richiesto al TA LATAM quali fossero le azioni di mitigazione da SMS che l’operatore avesse in essere onde mitigare il rischio di tail strike con particolare riferimento all’uso di FDM e compilazione di hazard log.

In tale contesto sono state quindi riportate da LATAM le seguenti azioni di mitigazione intraprese solo a seguito dell’evento in discussione:

- pubblicazione di un avviso di sicurezza a tutto il personale navigante, con raccomandazioni inerenti alla prevenzione di eventi correlati al Tail Strike, compreso l’inserimento dei dati nel FMC/FMGS;
- conduzione di un’analisi (gap analysis) con l’obiettivo di identificare possibili rischi e/o opportunità di miglioramento;
- introduzione del terzo IPAD nel cockpit per la flotta B777, determinando così l’obbligo per il terzo pilota di eseguire il controllo incrociato e la convalida dei dati di prestazione insieme agli altri piloti;
- implementazione del programma di addestramento (Advanced Qualification Program AQP) nella flotta wide-body;
- sviluppo, attraverso l’FDM, di un trigger specifico per identificare l’altezza di attraversamento alla fine della TORA per ogni decollo, con l’obiettivo di identificare eventuali tendenze (degrado delle prestazioni o errori).

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

1.18.1 Dichiarazioni Testimoniali

1.18.1.1. LTC

1.18.1.1.1 Fatti preliminari (LTC)

Il comandante ha riferito che il turno di volo precedente era iniziato il 1° luglio con partenza dal Brasile ed arrivo in Italia il 2 luglio. Ripartito dall’Italia il 3 di luglio, terminava il turno con il rientro in Brasile il 4 luglio notte (23 UTC). Fruiva di due giorni di riposo, il 5 ed il 6 luglio.

[16] Il programma **IATA Operational Safety Audit** (IOSA) è un sistema di valutazione riconosciuto e accettato a livello internazionale, progettato per valutare i sistemi di gestione e controllo operativo di una compagnia aerea. IOSA utilizza principi di audit di qualità riconosciuti a livello internazionale ed è progettato per condurre audit in modo standardizzato e coerente. È stato creato nel 2003 dalla IATA. Le compagnie vengono inserite nel registro IOSA per un periodo di 2 anni a seguito di un audit effettuato da un'organizzazione accreditata dalla IATA.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Il nuovo turno di volo prevedeva la stessa schedula: decollato dal Brasile il pomeriggio alle 18 locali circa (21 UTC) del giorno 7 luglio, atterrava in Italia l'8 luglio.
Ha riferito che il riposo, tra il volo di andata ed il volo di previsto rientro è stato adeguato specie con la nuova schedula in vigore che prevede l'arrivo in Italia al mattino (orario Brasile) e partenza il mattino successivo (sempre orario Brasile) inframmezzate da 24 ore di riposo.

1.18.1.1.2. Preparazione al volo e procedure a terra (LTC)

La partenza dall'hotel con il minibus ha avuto luogo circa tre ore prima dell'orario di decollo. Arrivati in aeroporto, venivano effettuati regolarmente i controlli di sicurezza, e le pratiche amministrative senza ritardi o imprevisti. Entrati sull'aeroplano prendeva il posto di destra.
Tutta la documentazione inerente al volo (tra i quali Operational Flight Plan - OFP, quantitativo di carburante necessario, situazione meteorologica, NOTAM, gradienti di salita richiesti e limiti di peso al decollo e all'atterraggio) era già stata ricevuta dall'operatore tramite un applicativo dedicato sugli smartphone dei piloti. Tale documentazione era stata analizzata durante il transito dall'hotel all'aeroporto con tutte le verifiche del caso. L'unica cosa che rimaneva da verificare, una volta a bordo, era il loadsheet final, che è l'ultimo documento ad essere ricevuto dall'equipaggio prima della messa in moto.
Il LTC ha confermato che il volo prevedeva che il comandante in addestramento seduto a sinistra fosse il pilot monitoring (PM), mentre lui avrebbe preso il posto di destra come PF. In cabina di pilotaggio era presente un secondo comandante in qualità di cruise captain.
L'assegnazione delle mansioni in volo era stata dettata dall'esigenza addestrativa del comandante in addestramento di effettuare una tratta come PM e dall'esigenza di mantenimento della currency del LTC relativa al numero minimo di operazioni di decollo e atterraggio effettuati entro i termini prestabiliti.
Il cruise captain, in qualità di terzo pilota, come da procedure standard aveva il compito dell'ispezione esterna dell'aeromobile, di seguire le operazioni relative alla cabina passeggeri ed i coordinamenti con l'equipaggio di cabina nonché di effettuare gli annunci interfonici.
Al momento dell'arrivo all'aeromobile, il rifornimento del carburante era ancora in corso. Il quantitativo di carburante che veniva imbarcato era quello previsto dall'OFP, con un esubero di circa due o trecento chili in più, così come accade normalmente al termine dell'operazione di rifornimento di superare leggermente il quantitativo previsto. Non c'era stata l'esigenza di chiedere carburante addizionale, cosa che avviene solo raramente, e non vi erano state richieste aggiuntive o necessità di cambiamenti dell'ultimo minuto. Non si sono verificati

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

cambiamenti di carico dell'ultimo minuto. Non si sono registrate interferenze o interruzioni causate dall'ingresso di persone in cabina all'infuori dell'equipaggio dei piloti.

Alla domanda di come abbia avuto luogo la CDU preflight procedure e la EFB procedure il comandante ha riferito che così come previsto, il loadsheet final, viene ricevuto, viene controllato, viene accettato (acknowledge) e poi vengono inseriti i dati nel CDU. Ha riferito che lui non lo aveva ricevuto sul suo cellulare ma che era stato ricevuto per primo sul telefono cellulare del cruise captain. Questi, dopo averlo accettato, l'aveva poi inviato agli iPad. I piloti (LTC e comandante in addestramento) hanno controllato insieme i dati riportati sul loadsheet final per poi inserirli nel CDU. A tal proposito, ha riferito di essere sicuro che i dati inseriti a questo punto fossero corretti.

Ha riportato inoltre che la procedura prevede che entrambi i piloti (a bordo sono presenti due iPad), individualmente inseriscano i dati nell'applicativo OPT dell'iPad per il calcolo delle performance di decollo. Questa procedura deve essere effettuata individualmente, ma nel caso specifico, ha riferito di avere enunciato a voce il peso al decollo non corretto, in difetto di 100.000 kg (228 tonnellate invece di 328). Ha riferito di ritenere come questa sia stata l'origine dell'errata computazione: invece di effettuare l'inserimento dei dati sull'OPT individualmente, e poi controllare congiuntamente i dati di performance risultanti, egli avrebbe enunciato ad alta voce il dato di TOGW. Questo ha comportato l'inserimento del TOGW errato su entrambi i dispositivi che, di conseguenza, hanno fornito il medesimo risultato. Perciò, quando i piloti hanno fatto il controllo incrociato hanno verificato il medesimo risultato di velocità sui rispettivi iPad, però basato su un peso al decollo non corretto.

Tali dati di performance al decollo risultanti dal calcolo sull'iPad venivano inseriti nel CDU. L'inserimento dei dati da OPT a CDU è avvenuto mediante dettatura: un pilota leggeva il dato dall'iPad e l'altro inseriva il dato sul CDU. Ha riferito di non ricordare però chi avesse inserito fisicamente i dati nel CDU anche se è probabile che, se lui avesse letto le velocità il comandante in addestramento avrebbe avuto il compito di inserirle. Alla richiesta di come vengano estrapolati i dati di peso dell'aeromobile da inserire nell'OPT, il comandante ha riferito che viene inserito lo ZFW sul CDU, il FMC somma lo ZFW con il peso del carburante nei serbatoi fornendo così il peso complessivo GR WT.

Ha riferito che per ottenere il TOGW da inserire nell'OPT avrebbe letto il dato di GR WT presentato sul CDU ed avrebbe effettuato la sottrazione del carburante che prevedeva sarebbe stato consumato in rullaggio (400 kg circa per un rullaggio non particolarmente lungo, come per il caso di Milano Malpensa).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Dopo avere inserito i dati, il comandante in addestramento chiedeva perché le FMC V-speeds, ovvero le velocità di decollo computate dal FMC, non erano presenti sul CDU. Il cruise captain aveva in tale circostanza indicato di verificare che sulla pagina del CDU la funzione che permette la visualizzazione delle velocità fosse in posizione ON. Ma tale funzione era già abilitata.

All'ascolto dell'audio CVR relativo alla fase della CDU preflight procedure e del EFB iPad procedure, ha spiegato che una volta ricevuto il loadsheet final, all'atto del controllo ed all'inserimento dei dati dal loadsheet al CDU aveva avuto luogo una chiamata radio di Malpensa Delivery. Questa era relativa a istruzioni per la partenza stimata alle 11.30'. Inoltre, avevano avuto un aggiornamento all'orario, anticipato alle 11.05' oppure 11.10', non ricordava esattamente; in tale contesto riferiva che non si aspettavano di essere numeri due in sequenza in uscita dal parcheggio. Il LTC confermava che il comandante in addestramento quando si accingeva ad inserire le velocità nel CDU commentava che non erano indicate le velocità computate dal FMC (FMC V-speeds); anche se queste avrebbero dovuto essere presenti, i piloti non davano sufficiente attenzione al fatto.

Alla domanda circa la sequenza di inserimento dei dati ha riferito che una volta ricevuto il loadsheet final, hanno inserito lo ZFW ed il CG sul CDU; per completare i dati del CDU con le velocità occorre prima calcolarle sull'OPT. Dopo il calcolo delle performance sull'OPT, sono tornati al CDU, inserendo la assumed temperature per la selezione della spinta dei motori al decollo per poi tornare alla TAKEOFF REF page ed inserire le velocità di decollo.

Riguardo alla selezione dei flap a 5° per il decollo, ha riferito che non è inusuale, anche con il peso effettivo dell'aeromobile, che l'OPT fornisca come configurazione preferenziale tale settaggio dei flap.

Normalmente la differenza, in base alla sua esperienza tra le velocità computate dal FMC e quelle computate dall'OPT per la medesima configurazione non differiscono di più di due nodi. Ha riferito di avere dato per assunto che la differenza era in quel range e solo alcuni giorni dopo l'evento ha pensato che le velocità computate dal FMC non venissero mostrate in quanto vi era una differenza tra le velocità superiore di cinque nodi[17]. A suo parere questo doveva essere un segnale a cui prestare attenzione.

[17] Tale considerazione, ripetuta più volte nel corso della intervista, si inserisce nel contesto citato nella relazione della mancanza sull'FCOM o altra documentazione Boeing applicabile, di una definizione precisa delle condizioni in cui il FMC non è in grado di calcolare le velocità di decollo (vedi paragrafo relativo FMC Entry Error Messages e Figura 8).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Ha riferito di ricordare che lo ZFW che leggevano sul loadsheet final era, per quanto poteva ricordare, circa 1500 kg inferiore a quello inizialmente previsto, e che tale differenza tra il previsto e quello effettivo calcolato prima del decollo è una condizione usuale.
Ha spiegato che la differenza di passeggeri tra la pianificata e la reale era all'interno del limite oltre il quale è necessario richiedere un nuovo loadsheet final[18].
Il controllo delle velocità risultanti dal computo individuale sugli OPT dei due iPad viene fatto senza confrontare il peso inserito (TOGW) nel OPT con il peso dell'aeromobile presentato sul CDU e con quello del loadsheet final. Ha riferito di ritenere che una procedura operativa che preveda in fase di validazione delle velocità il controllo incrociato tra il dato riportato sul loadsheet final, il dato presentato sul CDU ed il dato inserito sull'OPT dell'iPad potrebbe essere più efficace per individuare un inserimento di un dato errato.

1.18.1.1.3. Decollo ed involo (LTC)

Alla richiesta di quali indicazioni ricordasse di avere avuto in corsa di decollo, ha riferito che la prima ed unica indicazione osservata è stata che alla rotazione, il velivolo ha sollevato la prua ma non si è involato, senza alcuna altra indicazione. Ricorda di avere detto una frase del tipo "non sta salendo". Il cruise captain ha detto "TOGA". Una volta selezionato TOGA l'aeroplano ha cominciato a salire. Dopo il decollo, ha avuto indicazione di TAIL STRIKE sull'EICAS insieme all'indicazione BOTTLE DISCH APU.
Dal momento che il velivolo non presentava vibrazioni e la situazione appariva sotto controllo ha ritenuto preferibile atterrare sotto il peso massimo all'atterraggio, effettuando lo scarico del carburante come aveva anche suggerito il cruise captain. La scelta circa l'attendere ed effettuare lo scarico del carburante o atterrare subito sopra il peso massimo all'atterraggio è dettata dal livello di urgenza della situazione. Lo scarico del carburante è stato effettuato in ottemperanza alle regole brasiliane ovvero sopra i 6000 ft, evitando zone popolate oppure in zone indicate dall'ente di controllo del traffico aereo. Ha riferito che in finale per l'atterraggio avveniva un bird strike. Il successivo atterraggio aveva luogo senza ulteriori conseguenze.

[18] Per un last minute change che consiste in una differenza di oltre 10 passeggeri o oltre un 1000 kg di cargo in più rispetto a quanto precedentemente notificato è necessario richiedere un nuovo loadsheet final. Con un last minute change superiore a 2000 kg di cargo di differenza in più dello ZFW precedentemente computato è necessario richiedere una nuova pianificazione della navigazione (OFP).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

1.18.1.1.4. Training (LTC)

Ha riferito di avere iniziato l'addestramento a terra sul B777 nell'agosto 2022 ed avere iniziato a volare su tale modello nel novembre 2022. Ha effettuato tra le mille e le millecinquecento ore di volo sul B777. A cominciare da ottobre 2023 ha fatto attività sul B787 operando quindi sia con B777 che con B787. Aveva precedentemente esercitato la qualifica di LTC su Fokker 100, A320, e prima del B777, su B767. Il limite di impiego prevede l'effettuazione di 95 ore massime in un ciclo di 28 giorni.

Alla richiesta se accadeva spesso di volare come PF dal posto di destra, ha riferito di volare a destra solo saltuariamente quando, in qualità di LTC, effettua voli con un comandante in addestramento.

Alla richiesta se nel corso del suo addestramento iniziale sul B777 fosse stato posta enfasi sulla criticità derivante da possibili errori nel calcolo delle performance, il comandante ha risposto negativamente. Alla richiesta se alla luce di altri eventi analoghi occorsi in passato vi fosse stata enfasi di qualche genere nel sottolineare tale tipologia di rischi, sembrerebbe che non fosse mai stato sottoposto ad iniziative di promozione della sicurezza in tal senso.

1.18.1.2. Comandante in addestramento su B777

1.18.1.2.1. Fatti preliminari (comandante in addestramento)

Il pilota proveniva da alcuni giorni fuori servizio. Prima della partenza dal Brasile il pilota aveva fruito di adeguato riposo. L'equipaggio il 7 luglio si era presentato alle 16.30' locali (Brasile) per partire da San Paolo alle 18.20' locali (21.20' UTC). L'arrivo a Malpensa è avvenuto l'8 luglio alle 10.05' locali (08.05' UTC).

Ha riferito di avere riposato adeguatamente e di avere regolarmente fruito dei pasti previsti nel corso della sosta in Italia.

I documenti relativi al volo erano arrivati sul dispositivo mobile iPad del LTC prima di lasciare l'hotel. Nel corso del trasferimento all'aeroporto, sul bus, l'equipaggio effettuava lo studio di tutta la documentazione del volo ed il briefing.

1.18.1.2.2. Preparazione al volo e procedure a terra (comandante in addestramento)

Arrivati in aeroporto, l'equipaggio aveva già completato la preparazione del volo con lo studio della parte documentale. I controlli di sicurezza avevano luogo senza impedimenti.

Una volta all'aeromobile il personale di terra chiedeva conferma della quantità di carburante da imbarcare, completando così l'operazione di rifornimento al totale pianificato senza variazioni.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Il comandante in addestramento insieme al LTC si concentravano sulla preparazione del cockpit, mentre al cruise captain veniva assegnato il compito di controllare la documentazione riferita al carico, alla effettuazione dei controlli esterni e le comunicazioni in cabina.

L'enfasi sulle procedure relative alla preparazione del cockpit veniva motivata anche dal fatto che avendo pochi voli a disposizione, il comandante in addestramento voleva trarre vantaggio per potersi impratichire e velocizzare le procedure a terra, quali effettuazione delle check list, briefing, OPT, inserimento dei dati nel CDU.

La procedura da qualche mese era cambiata, introducendo l'invio del loadsheet final sul cellulare smartphone dei piloti. Precedentemente invece il loadsheet veniva inviato all'aereo e l'equipaggio lo stampava, tenendo la copia sul *pedestal* per consultazione con i dati più importanti evidenziati. Nel caso specifico, il comandante in addestramento non aveva ancora ricevuto sul suo dispositivo mobile il loadsheet final. Il primo a riceverlo era stato il cruise captain sul suo dispositivo iPad. La lettura del loadsheet final veniva quindi effettuata tramite l'iPad del cruise captain.

Il comandante in addestramento inseriva i dati di ZFW nel CDU sotto dettatura del LTC, ottenendo il GR WT con la somma automatica del carburante.

Il comandante in addestramento ricorda che il LTC leggeva il TOGW enunciando 228.8 (tonnellate) e nonostante egli avesse guardato il GR WT nel CDU, tale dato non gli rimaneva nella memoria e inseriva nell'OPT/iPad il valore dettato dal LTC.

Quindi il computo sull'OPT veniva effettuato individualmente ma con un dato di TOGW per entrambi errato.

Per questo motivo venivano calcolati i dati per un TOGW non corretto e validati i dati errati.

Aveva la vaga sensazione che i dati di velocità al decollo fossero strani perché aveva preliminarmente effettuato i conti che fornivano velocità molto più elevate e i flap a 15°. Tali dati però non venivano registrati perché all'atto della effettuazione del nuovo calcolo OPT i dati precedenti erano stati sovrascritti. Inoltre, il comandante in addestramento notava che le velocità di riferimento che normalmente sono presenti sul CDU, non erano presenti; al loro posto c'erano solo trattini e non capiva il motivo. Il comandante in addestramento chiedeva un chiarimento sul motivo per cui non erano presenti. Il cruise captain suggeriva di selezionarle su ON per abilitarne la comparsa ma anche una volta su ON le velocità FMC reference speed non erano presenti. Nessuno era in grado di capire il motivo per cui le velocità di riferimento calcolate dal FMC non fossero presenti. Considerava quindi a posteriori che, se fossero state presenti le velocità di riferimento, sarebbe stato possibile notare una discrepanza di più di venti nodi tra le velocità computate dall'FMC ed i dati inseriti. Data la limitata

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

esperienza sul B777, non riteneva di insistere ulteriormente. Ricorda infine che, mentre venivano effettuati i calcoli, aveva luogo una chiamata radio che informava che sarebbero stati il numero due in sequenza per il push back, e che l'orario di decollo era stato anticipato.

1.18.1.2.3. Decollo ed involo (comandante in addestramento)

La procedura di decollo aveva luogo con il LTC come pilot flying in quanto il comandante in addestramento doveva effettuare una tratta come PM così come previsto dal programma addestrativo. Ha riferito che in corsa di decollo veniva verificata l'applicazione della potenza prevista (thrust set), enunciata la indicazione di velocità 80 kts e di V1 ed infine chiamata la VR. Ricorda che il PF ruotava l'aeromobile ma questo non decollava. Ha descritto come tale fase fosse caratterizzata da uno *startle effect*[19], riferendo come ad un certo punto il cruise captain abbia comandato una prima volta di selezionare TOGA e poi abbia dovuto farlo nuovamente per ottenere l'effetto desiderato. Solo a quel punto il velivolo si involava; il comandante in addestramento osservava indicazione positiva a salire e la enunciava. Il LTC comandava la retrazione del carrello e compariva l'indicazione EICAS TAIL STRIKE, situazione che veniva anche confermata dalla TWR. Il LTC ribadiva a questo punto di effettuare tutte le operazioni con calma e nella sequenza e priorità previste. Il LTC effettuava tutti i coordinamenti con l'ATC.

Seguiva a quota di sicurezza l'EICAS procedure, selezionando il pressurization system su manual e predisponendosi per un rientro. Dopo avere effettuato l'after take off check list lasciando i flap a 5° il LTC comandava il cambio di postazioni. Il cruise captain prendeva il posto del CM2 ed il LTC del CM1. Il cruise captain suggeriva di effettuare il fuel dumping. Tutte le operazioni successive al tail strike sono state effettuate con la dovuta calma.

1.18.1.2.4. Training (comandante in addestramento)

Il comandante in addestramento ha riferito di essere stato in servizio presso l'operatore dal 2001. Ha operato come FO su Fokker 100, A32F, A330. È stato promosso comandante nel 2007 su A320 operando in tale posizione fino a marzo 2024. L'esperienza precedente con velivoli Boeing era limitata al B737 300/400 (circa 150 ore) nel 2000 presso altro operatore.

[19] Lo startle effect è una risposta naturale, fisiologica e psicologica a uno stimolo improvviso e inaspettato, come un forte rumore, una scossa improvvisa o un segnale visivo che contraddice le aspettative. A livello cognitivo, può causare un temporaneo "blocco" mentale, confusione e difficoltà nel prendere decisioni.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

All’epoca dell’evento il comandante era in addestramento di linea su B777. In maggio aveva effettuato l’addestramento al simulatore e nello stesso mese aveva effettuato il primo volo di addestramento in linea su B777. Nel mese di giugno aveva effettuato tre turni di volo. Il volo dell’evento era il quinto ed ultimo turno di volo di addestramento su B777. Il line check avrebbe dovuto essere sostenuto al volo successivo. Nel turno dell’evento operava per la seconda volta su Milano Malpensa.
Il pilota nel corso dell’addestramento di linea ha sempre volato con differenti istruttori ed era il primo servizio che effettuava con il LTC coinvolto nell’evento.
Alla richiesta se l’area di criticità riferita al calcolo errato delle perfomance di decollo fosse stata in qualche modo sottolineata in fase di addestramento, sia iniziale che in linea, ha riferito che ciò non è mai avvenuto. Ha riportato l’esperienza di un collega in servizio presso altro operatore, che avrebbe effettuato nel corso dell’addestramento al simulatore un decollo con velocità non corrette al fine di favorire una maggiore consapevolezza circa la problematica.

1.18.1.3. Secondo Comandante (cruise captain)

1.18.1.3.1. Fatti preliminari (cruise captain)

Il cruise captain ha riferito che dal 1° al 5 luglio era stato impegnato in servizio di reperibilità (stand by duty). Il 6 luglio era libero da servizio. Il turno di volo aveva avuto inizio il 7 luglio con arrivo a Milano da San Paolo il mattino del giorno 8 luglio. Ha riferito di avere fruito di adeguato riposo prima del volo. La partenza dall’hotel ha avuto luogo alle 10 locali (8.00 UTC), con arrivo all’aeroporto circa un’ora e mezza dopo (09.30 UTC).

1.18.1.3.2. Preparazione al volo e procedure a terra (cruise captain)

Come terzo pilota, richiesto dalla regolamentazione ANAC in considerazione della durata del volo, aveva il compito di curare l’ispezione esterna, i coordinamenti con l’equipaggio di cabina, occuparsi della documentazione, effettuare le comunicazioni interfoniche.
Nel corso del trasferimento veniva ricevuto l’OFP sul suo dispositivo mobile e su quello del LTC. In tale frangente venivano effettuati lo studio della documentazione di rotta, della situazione meteo, dei NOTAM, etc.
Sbrigate le pratiche doganali, l’equipaggio si dirigeva all’aeroplano.
Una volta nel cockpit il terzo pilota attendeva che il comandante in addestramento controllasse l’ATL e quindi scendeva per il controllo esterno. Una volta risalito a bordo, il comandante in addestramento ed il LTC stavano effettuando i preparativi per la partenza. Il cruise captain provvedeva, quindi, ai coordinamenti con il cabin manager e alle procedure di imbarco.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Al momento in cui è arrivato il loadsheet final il LTC non riusciva a scaricarlo sul suo iPad. Il cruise captain lo riceveva per primo, comunicando al LTC che lo stava inviando sul suo iPad. Il comandante in addestramento ed il LTC effettuavano il controllo incrociato del loadsheet final ed inserivano i dati sull'FMC.

Il cruise captain ha riferito di non essere sicuro di cosa sia successo in questa fase dal momento che in quel frangente era impegnato in altre azioni. Ha riferito che la procedura normale prevede che ogni pilota individualmente controlli l'inserimento dei dati nell'FMC (ZFW, CG) inserisca i dati per i calcoli delle performance sull'OPT per poi effettuare il controllo incrociato delle velocità dell'OPT per l'inserimento sull'FMC. Ha capito, secondo quanto gli è stato riferito dopo l'evento, che vi è stato scambio di informazioni tra i due piloti circa il dato di peso da inserire sull'OPT. A causa di ciò entrambi inserivano sull'OPT dell'iPad il peso incorretto, generando quindi velocità non corrette.

All'inserimento dei dati nell'FMS, quando il comandante in addestramento commentava la mancanza delle V- speed, il terzo pilota notava che nella colonna centrale dell'CDU non erano presenti le velocità computate dall'FMC. Nel limitato periodo (cinque mesi) di operazioni su B777 non aveva mai osservato tale situazione e pensava dipendesse dalla posizione ON/OFF del selettore.

Ricordava di avere letto sul FCOM che, se si inseriscono le velocità inferiori alla V1/V2/VR minime computate, il sistema avverte con un messaggio sullo scratchpad ma non era questo il caso. Non ha realizzato che fosse comparsa la scritta V-SPEEDS UNAVAILABLE sul CDU. L'equipaggio discuteva sui possibili motivi ma non si spiegava tale situazione.

Ha riferito che, all'epoca dei fatti, la procedura circa la ricezione del loadsheet final era cambiata da poco, dal momento che prima si riceveva il loadsheet final cartaceo.

Ha riferito che gli iPad sono dotazione dell'aeromobile e non personale, questi sono due, uno lato CM-1 e uno lato CM-2. Il cruise captain ha riferito che a suo parere la presenza di un terzo iPad avrebbe potuto rappresentare una ulteriore possibilità per potenziare il controllo incrociato.

Ha riferito di avere maturato l'idea che il sistema FMC dell'aeroplano non sia sufficientemente chiaro e diretto nel rifiutare dati non coerenti inseriti dall'equipaggio o nell'indicare l'avvenuto inserimento di dati incorretti.

1.18.1.3.3. Decollo (cruise captain)

Il cruise captain ricordava che il PF, dopo la rotazione, commentava che l'aeroplano non saliva; a questo punto lui gli diceva due volte di selezionare TOGA. Quindi l'aereo si involava.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Una volta in volo con carrello in retrazione, comparivano i messaggi EICAS TAIL SKID e BOTTLE DISCH APU.

Suggeriva al LTC di effettuare orbite e scaricare carburante dal momento che l'aeroplano si comportava normalmente senza vibrazioni o avvisi di malfunzionamenti.

Avveniva lo scambio dei piloti con il cruise captain che prendeva il posto del CM-2 ed il LTC che prendeva il posto del CM-1 PF.

Il cruise captain riferiva inoltre che in finale per l'atterraggio si verificava un bird strike senza ulteriori conseguenze.

1.18.1.3.4. Training (cruise captain)

Il comandante riferiva di avere operato per LATAM per 27 anni, cominciando dal Cessna C208, Fokker 100, A32F, A330 e 11 anni su B767 come comandante. Riportava inoltre di avere cominciato ad operare come comandante su B777 da 5 mesi. A domanda, riferiva che, durante l'addestramento sul B777, la trattazione degli aspetti riferiti al rischio dell'errore nel calcolo delle prestazioni di decollo non è mai stata enfatizzata, a differenza di quanto ricorda che era avvenuto durante l'addestramento su B767.

1.18.2 Registrazioni ATC radar e SMR

Il volo si è svolto sotto continuo contatto radar, dalle fasi a terra (SMR) e per tutte le fasi di rullaggio allineamento e decollo, di scarico del carburante e del rientro per l'atterraggio. In particolare, dalla Figura 30 alla Figura 32 riguardano il momento della rotazione, tail strike ed involo. Si può desumere che il decollo sia stato effettuato utilizzando tutta la lunghezza pista.

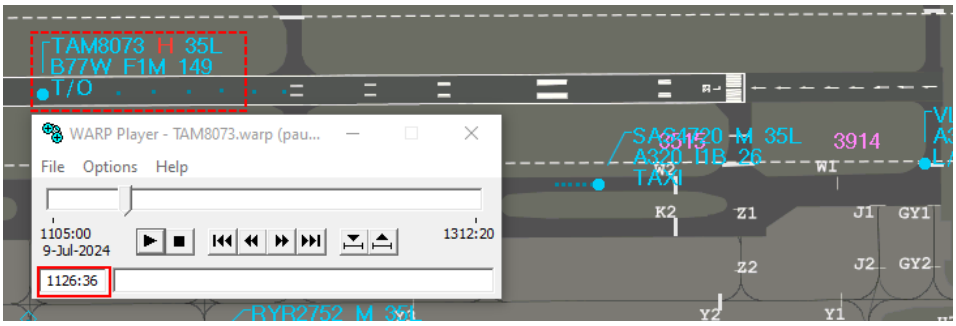


Figura 30: screen shot del SMR riferito all'orario 11.26'36": inizio rotazione.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

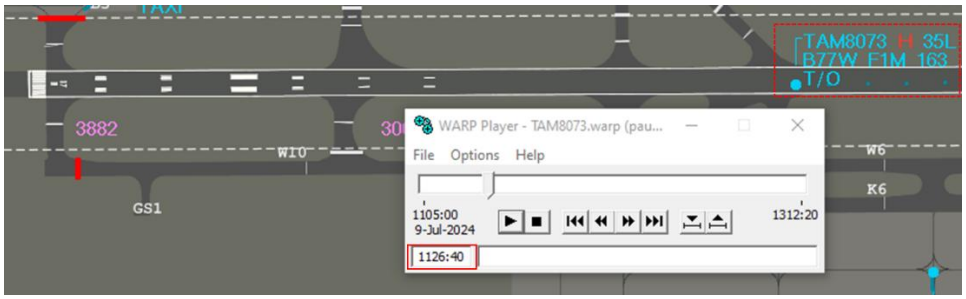


Figura 31: screen shot del SMR riferito all'orario 11.26'40": inizio tail strike.



Figura 32: screen shot del SMR riferito all'orario 11.26'49": involo.

1.18.3 Flightradar24 ADS-B

I dati FDR e radar sono sostanzialmente coerenti tra loro e con quelli ADS-B disponibili su Flightradar24. Per praticità di rappresentazione si commenteranno questi ultimi in relazione alla traccia del volo oggetto della presente relazione (Figura 33). In particolare, è possibile visualizzare l'area in cui è stato effettuato lo scarico del carburante in relazione alla apertura e chiusura delle valvole di fuel dump: dalle 11.51'05" (apertura valvole, dato FDR) in posizione 45°19' N, 8°09' E, alle 12.23'17" (chiusura valvole, dato FDR) in posizione 45°20' N 8°07' E.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

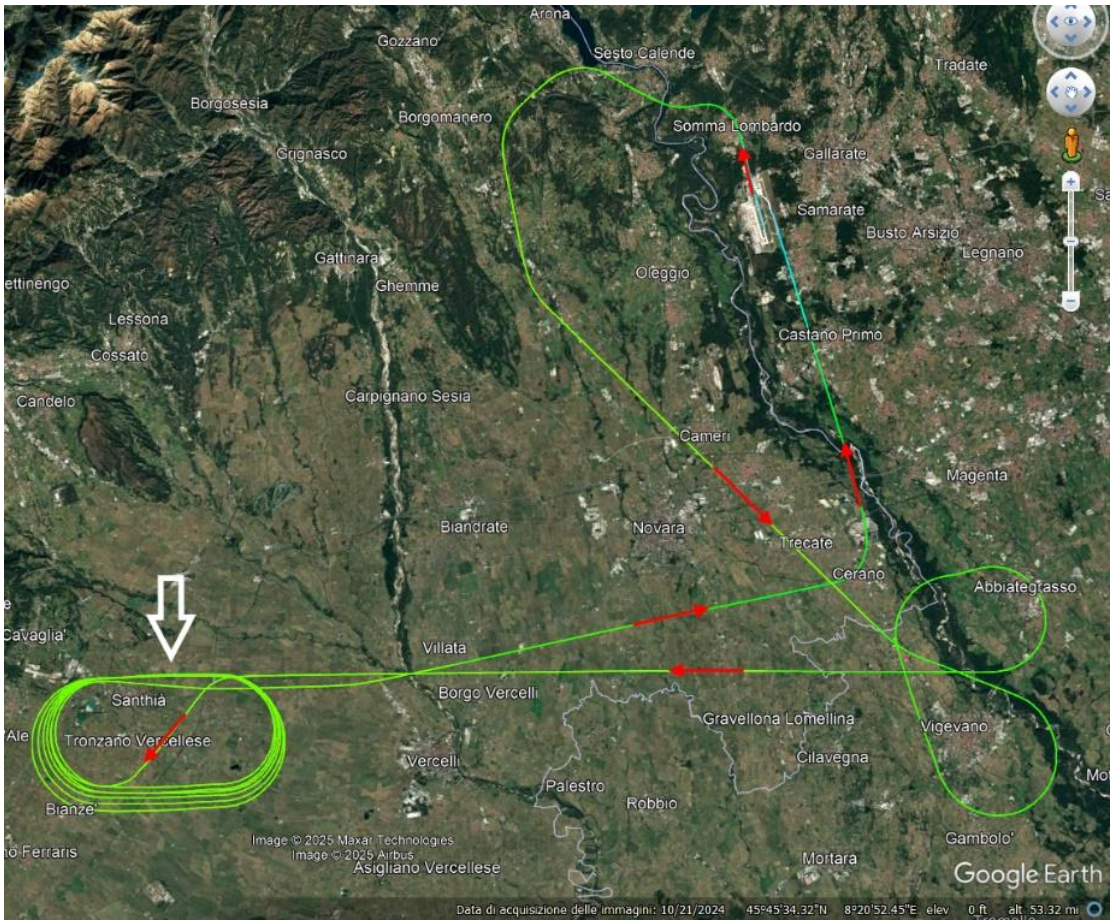


Figura 33: percorso del volo TAM8073, registrato da Flightradar 24. La freccia bianca indica l'area ove è stato scaricato il carburante.

1.18.4 Telecamere di sorveglianza aeroportuale

Le telecamere del sistema di sorveglianza aeroportuale hanno registrato la fase di decollo del B777 marche di registrazione PT-MUG.

In particolare, dalle registrazioni della telecamera rivolta verso Sud ovvero verso la direzione di provenienza del velivolo, è stato possibile documentare i seguenti eventi:

11.26'39'' l'aeromobile ha iniziato la rotazione, il NLG si solleva (Foto 5);

11.26'42'' inizio del tail strike (Foto 6);

11.26'43'' si forma una striscia di fumo che ha origine dalla poppa (Foto 7);

11.26'49'' sono ancora visibili scintille dall'area del tail skid in contatto con la pista, i due MLG si separano da terra, il sinistro prima (Foto 8);

11.26'50'' l'aeromobile è in volo (Foto 9).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Foto 5: 11.26’39’’ manovra di rotazione con sollevamento del NLG dal suolo.



Foto 6: 11.26’42’’ inizio contatto della coda dell’aeromobile con la pista.



Foto 7: 11.26’43’’ è evidente la formazione di fumo in seguito alla strisciata della poppa sull’asfalto.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN



Foto 8: 11.26’49” distacco del carrello principale, il tail skid è ancora in contatto con la pista.



Foto 9: 11.26’50”- aeromobile in volo.

1.18.5 Dati di prestazione di decollo calcolati con l’applicazione OPT (Boeing)

L’operatore ha adottato, per il calcolo delle prestazioni, l’applicativo sviluppato da Boeing, Onboard Performance Tool (OPT) installato su Electronic Flight Bag di classe 1, ovvero PED (portable electronic device) tipo iPad. Gli EFB di classe 1 non sono interfacciati con il FMS dell’aeromobile.

Per quanto riguarda il calcolo delle prestazioni per la fase di decollo del volo dell’incidente, il riferimento è alla Foto 10 (foto dello schermo di uno degli iPad effettivamente utilizzati nel volo dell’incidente; mostra quindi le effettive selezioni adottate); all’interno dell’area del riquadro rosso sono presenti i dati di input, inseriti dai piloti:

- takeoff weight (nel riquadro tratteggiato 228.800 kg);
- lunghezza e condizioni della pista;
- vento al suolo e temperatura;
- opzioni per la scelta del flap (ottimizzata dal sistema);

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- thrust rating e maximum assumed temperature;
- stato degli impianti di condizionamento ed antighiaccio;

In funzione di questi input, il sistema calcola i dati di output, evidenziati all'interno del riquadro giallo. In maggior dettaglio:

- settaggio dei flap (5°);
- altezza di accelerazione in caso di un motore malfunzionante (1500 ft);
- velocità di decisione V1 (145 kt);
- velocità di rotazione VR (149 kt);
- velocità di sicurezza dopo il decollo V2 (156 kt);
- velocità di riferimento per l'atterraggio con i flap a 30°, Vref 30° (143 kt);

È indicata inoltre la assumed sel temp (56°C) e il massimo derating del motore per il decollo a spinta ridotta, D-MAX (92,6%).

Dallo screenshot è evidente che il peso al decollo inserito era in difetto di circa 100.000 kg rispetto al TOW riportato sul loadsheet final.

Dai calcoli effettuati dopo l'evento con il Takeoff Weight del loadsheet final sono risultati i dati riportati in Foto 11. La differenza tra parametri di decollo calcolati ed inseriti e parametri previsti per l'effettivo TOGW sono riassunti nella tabella comparativa (Tabella 1).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

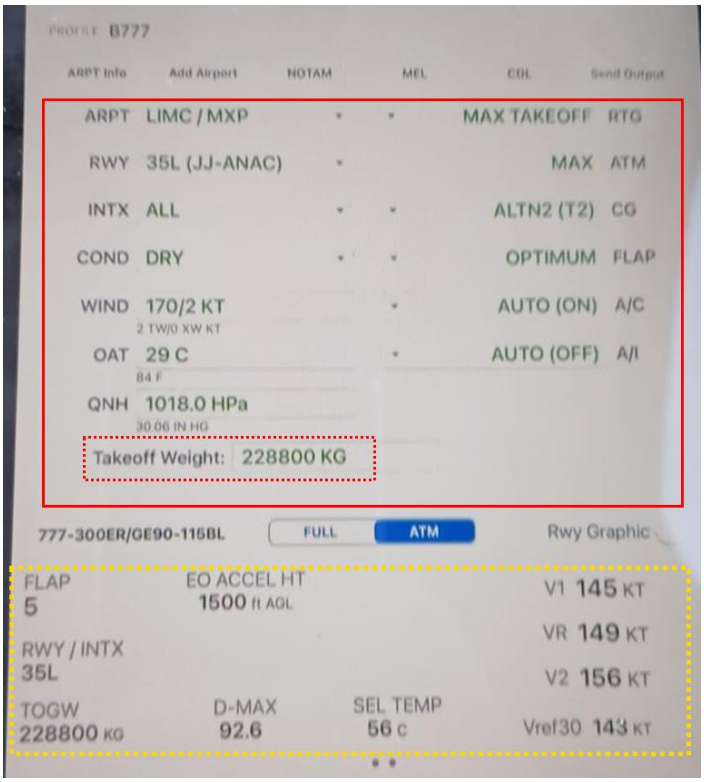


Foto 10: schermata OPT/iPad. Nel riquadro rosso i dati e le selezioni effettuate dai piloti. Nel riquadro rosso tratteggiato il Takeoff Weight inserito, pari a 228.800 kg. Nel riquadro giallo i dati risultati dal computo dell'OTP.

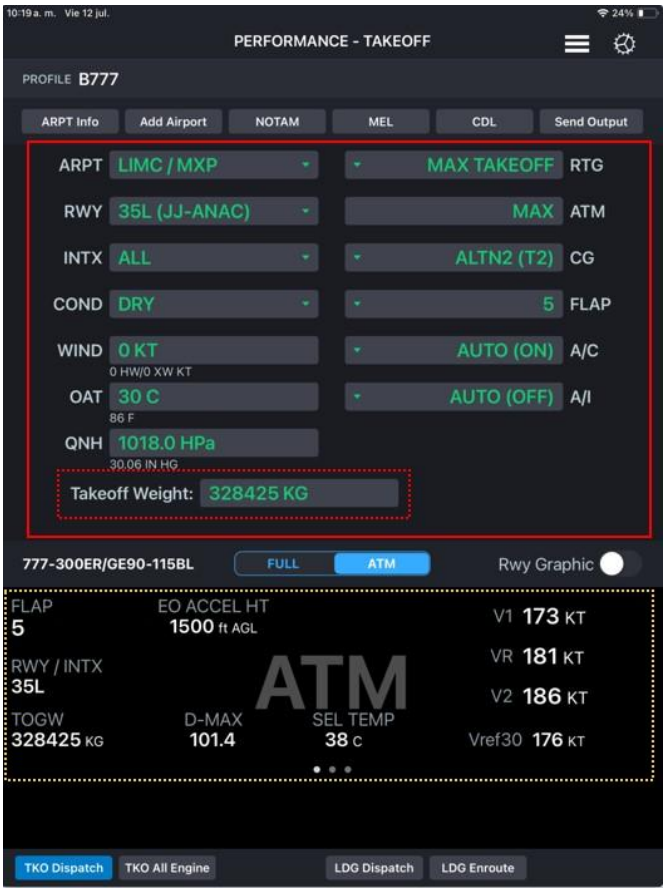


Foto 11: calcoli effettuati dopo l'evento con il Takeoff Weight del loadsheet final (nel rettangolo rosso tratteggiato), inserendo la configurazione flap a 5° per un confronto con le velocità inserite nel volo dell'evento.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

	TOGW non corretto	TOGW effettivo	Differenza
TOGW	228.800 Kg	328.425 kg	-99.625 kg
Configurazione Flap	5°	5°	0°
V1	145 kt	173 kt	-28 kt
VR	149 kt	181 kt	-32 kt
V2	156 kt	186 kt	-30 kt
Sel. Temp.	56°	38°C	-18°C
D-Max	92.6%	101.4%	-8.8%

Tabella 1: comparazione dati di decollo calcolati su OPT con TOGW incorretto con dati con TOGW effettivo.

Con riferimento ai campi che vengono inseriti nell'OPT, è richiesto il dato di TOGW, dato che non è presente sul CDU e che viene riportato sul loadsheet final.

1.18.6. Problematica afferente all'utilizzo di dati errati di performance nelle fasi di decollo

La letteratura inerente all'utilizzo di dati errati di performance nelle fasi di decollo è molto estesa. Nell'ambito della indagine relativa al LA8073 si è fatto riferimento a:

- studi inerenti alla problematica (dal 2008 al 2012);
- relazioni di inchiesta relative ad eventi di tail strike o spinta insufficiente al decollo e relative raccomandazioni di sicurezza rivolte a costruttori ed autorità aeronautiche nel tentativo di mitigare il fenomeno (in particolare quelle formulate dal BEA, dal DSB e dall'AAIB UK);
- azioni intraprese dall'autorità aeronautica (a partire dal 2010 fino alla emissione da parte di EASA del Notice of Proposed Amendment 2025-01, che ha avuto luogo dopo l'evento, quando era in corso l'inchiesta di sicurezza).

Studi problematica afferente all'utilizzo di parametri di prestazione non corretti in fase di decollo

Nel corso dell'investigazione sono stati consultati i seguenti studi:

1. *Use of erroneous parameters at take off,* Laboratory of Applied Anthropology (LAA) pubblicato dal BEA nel 2008[20];
2. *Take-off performance calculation and entry errors: a global perspective, pubblicato da ATSB nel 2009[21];*

[20] https://bea.aero/fileadmin//uploads/tx_scalaetudessecurite/use.of.erroneous.parameters.at.takeoff_03.pdf
[21] https://www.atsb.gov.au/publications/2009/ar2009052

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

3. *Performance Data Errors in Air Carrier Operations: Causes and countermeasures, pubblicato da NASA nel 2012*[22].

Gli studi sulla problematica dell'utilizzo di parametri non corretti in fase di decollo sono concordi nell'evidenziare come questo tipo di errore rappresenti un rischio concreto e ricorrente nelle operazioni aeronautiche, anche in contesti professionali altamente standardizzati. I casi documentati riguardano in particolare l'inserimento o la gestione errata di dati critici come il peso dell'aeromobile (ZFW, TOW) e le velocità di riferimento (V1, Vr, V2), con conseguenze che vanno da anomalie nella rotazione fino a eventi più gravi come tail strike, decollo con spinta insufficiente o performance significativamente degradate.

Le indagini condotte convergono nel riconoscere che tali errori non sono imputabili a singoli comportamenti individuali, ma si sviluppano all'interno di un sistema complesso in cui interagiscono fattori tecnici, organizzativi, cognitivi ed ergonomici. In molti casi, gli errori di inserimento sono favoriti dalla somiglianza tra dati diversi (ad esempio tra ZFW e TOW), da interfacce poco chiare nei sistemi di bordo o da flussi procedurali che non riflettono l'effettivo ordine operativo delle attività in cabina. Ulteriori elementi critici includono la pressione temporale, le interruzioni nelle fasi di preparazione e la tendenza a considerare affidabili valori che appaiono coerenti con l'esperienza o con le aspettative.

Le osservazioni sul campo hanno mostrato che le procedure previste nei manuali operativi, sebbene formalmente corrette, vengono spesso riorganizzate o semplificate per adattarsi alle condizioni reali, specie in presenza di variazioni dell'ultimo minuto, ritardi nella ricezione del loadsheet o cambi della pista in uso o del punto di allineamento per il decollo. Questa discrepanza riduce l'efficacia dei controlli incrociati, che tendono a perdere la loro indipendenza o ad essere percepiti come ridondanti.

Per mitigare questi rischi, tutti gli studi hanno raccomandato interventi su più livelli. Tra le principali azioni correttive proposte:

- un miglioramento dell'ergonomia delle interfacce uomo-macchina (FMS, CDU/MCDU, EFB);
- un maggiore livello di automazione e coerenza nella trasmissione dei dati tra i diversi sistemi di bordo e di terra;

[22] https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20140004900/downloads/20140004900.pdf

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- l’introduzione di avvisi per la rilevazione di dati incoerenti e un rafforzamento delle barriere funzionali e simboliche (ovvero interfacce più intuitive, uso di colori, feedback chiari)
- cultura della verifica indipendente ed un addestramento specifico per la gestione efficace delle modifiche dell’ultimo momento.

1.18.7. Relazioni di inchiesta relative a precedenti analoghi, Boeing 777-F marche di registrazione F-GUOC, 22 maggio 2015 all’aeroporto di Parigi Charles-de-Gaulle

Tra i numerosi eventi registrati si riporta una sintesi delle informazioni pubblicate dal BEA[23] relative all’inconveniente grave del Boeing 777-F registrato F-GUOC occorso nel 2015. Tale evento, infatti, si presenta molto simile a quello del volo LA8073 B777 PT-MUG.

L’inconveniente grave del Boeing 777-F registrato F-GUOC è avvenuto il 22 maggio 2015 nell’ambito di un volo cargo in decollo dall’aeroporto di Parigi Charles-de-Gaulle con quattro piloti a bordo. L’inchiesta ha stabilito che l’equipaggio, in fase di calcolo delle prestazioni per il decollo, utilizzava un peso errato, ovvero inferiore di 100 tonnellate rispetto a quello effettivo. Di conseguenza, l’aereo ruotava ad una velocità inferiore a quella necessaria e si attivava automaticamente la protezione contro il tail strike. L’aereo sorvolava la soglia opposta della pista a soli 170 piedi di altezza, e continuava la salita applicando la massima spinta.

Durante la salita, l’equipaggio si accorgeva dell’errore e decideva comunque di proseguire il volo fino alla destinazione.

Tra le cause ed i fattori contributivi individuati, la relazione del BEA riporta i seguenti:

Il sorvolo della fine della pista a bassa quota, durante il decollo, è il risultato di un decollo avviato con parametri errati (velocità di decollo troppo basse e deflessione dei flap e spinta insufficienti).

I parametri errati, inseriti nell’FMS e utilizzati per il decollo, erano il risultato di un calcolo delle prestazioni basato su un peso inferiore di 100 tonnellate rispetto al peso effettivo dell’aeromobile.

L’errore di 100 tonnellate si è verificato quando ciascun membro dell’equipaggio ha stimato il peso previsto e lo ha inserito nel proprio EFB.

[23] https://bea.aero/en/investigation-reports/notified-events/detail/serious-incident-to-the-boeing-777-f-registered-f-guoc-and-operated-by-air-france-on-22-05-2015-at-paris-charles-de-gaulle-95/

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

I seguenti elementi possono aver contribuito a non rilevare l'errore di 100 tonnellate e alla sua propagazione:

- *La gestione da parte dell'equipaggio dei dati relativi al peso al decollo in numerosi formati, su vari supporti e con denominazioni diverse.*
- *La mancata mobilitazione*[24] *di ordini di grandezza in parte correlata al crescente utilizzo di strumenti di ottimizzazione delle prestazioni.*
- *Procedure insufficientemente robuste, che includono numerosi controlli di base e non tengono pienamente conto del contesto operativo e del modo di lavorare dell'equipaggio. Tali procedure si basano in particolare su un doppio calcolo che dovrebbe essere indipendente, mentre una semplice verbalizzazione può compromettere tale indipendenza.*
- *Tali procedure non prevedono un mezzo per rilevare errori grossolani né un controllo simultaneo dei tre supporti che utilizzano i dati relativi al peso (Final Loadsheet, OPT e FMS).*
- *L'assenza su questo aeromobile, come sulla maggior parte degli aeromobili adibiti al trasporto aereo commerciale, di sistemi per rilevare o prevenire tali errori grossolani e per avvertire l'equipaggio, o di sistemi per avvertire l'equipaggio che le prestazioni misurate durante la corsa di decollo sono insufficienti.*

1.18.8. Raccomandazioni di sicurezza formulate da altre autorità investigative

Dalle indagini condotte dalle varie autorità investigative relative ad eventi di tail strike o spinta insufficiente al decollo, con particolare riferimento a BEA, AAIB UK e DSB, sono scaturite numerose raccomandazioni di sicurezza rivolte ad autorità aeronautiche e costruttori. Le raccomandazioni sono concordi nel ritenere che al fine di poter mitigare la criticità sia importante intervenire, ai vari livelli per:

1. Migliorare l'omogeneità e la leggibilità dei dati critici (peso e velocità): le differenze nei formati, denominazioni e unità di misura tra i vari supporti (file di volo, scheda di carico, interfacce EFB) aumentano il rischio di errori e confusione tra ZFW, TOW, ecc.; è auspicabile, quindi, un'armonizzazione di tali dati per facilitare la verifica e ridurre il carico cognitivo degli equipaggi.

[24] Impiego a livello cognitivo, memorizzazione e utilizzo per confronto, di dati numerici di massima, quello che nel mondo anglosassone viene anche chiamato TLAR (that looks about right).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

2. Rafforzare le procedure operative convalidandole nel contesto reale: è stata ripetutamente riscontrata la fragilità di molte procedure, spesso poco adattate alle condizioni operative effettive in cui si svolge la preparazione al volo. Le raccomandazioni spingono per una verifica, in condizioni operative, della solidità delle sequenze procedurali, con attenzione ai vincoli temporali e organizzativi.

3. Rafforzare le protezioni contro l'inserimento di velocità errate, dati incoerenti o non realistici: è stata evidenziata la mancanza di protezioni nei sistemi FMS che permettano l'inserimento manuale di valori inferiori alle soglie minime (V1MIN, VRMIN, V2MIN). Si raccomanda una revisione dei sistemi per garantire alert espliciti e visibili, e documentazione tecnica più completa da parte dei costruttori che spieghino meglio le funzioni dei sistemi già esistenti.

4. Promuovere e sviluppare sistemi tecnici avanzati, laddove ampia convergenza è stata espressa sulla necessità di:

- sistemi automatici di pesatura e bilanciamento a bordo (OBWBS);
- sistemi di monitoraggio delle performance di decollo (TOPMS);
- sistemi di rilevamento/allerta per inserimento di dati errati, irrealistici o non coerenti.

Questi sono ritenuti strumenti chiave per interrompere la catena dell'errore, rilevando anomalie prima che possano avere conseguenze operative.

5. Superare l'affidamento esclusivo sulle barriere procedurali - le autorità investigative sottolineano che le sole misure operative (come i controlli incrociati verbali tra i membri dell'equipaggio) non sono sufficientemente affidabili, specie in contesti complessi o sotto pressione. Si raccomanda quindi di integrare barriere tecniche e automatizzate come supporto strutturale al processo decisionale.

6. Stimolare un ruolo attivo delle autorità regolatorie - le raccomandazioni esortano EASA e FAA ad assumere un ruolo proattivo, non limitandosi a osservare l'evoluzione industriale, ma promuovendo la definizione di requisiti tecnici, standardizzazione e diffusione delle soluzioni

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

esistenti o in sviluppo. In particolare, viene sollecitata l'elaborazione di piani d'azione a livello di sistema, senza attendere la piena maturazione dei progetti in corso.

1.18.9. Azioni intraprese da EASA

Negli ultimi anni, l'EASA ha ricevuto numerose raccomandazioni da parte di autorità investigative di sicurezza aerea a seguito di incidenti e inconvenienti gravi legati all'utilizzo di parametri di performance al decollo errati o all'avvio della corsa di decollo da posizioni non corrette.

Nonostante azioni precedenti di tipo non regolamentare, come bollettini informativi (SIB), attività di promozione della sicurezza e aggiornamenti procedurali, tali eventi hanno continuato a verificarsi.

Occurrences per Manufacturer		Accidents per Manufacturer		Fatal Accidents per Manufacturer	
Airbus	42	Airbus	3	Airbus	0
ATR	1	ATR	0	ATR	0
Boeing	64	Boeing	10	Boeing	3
Bombardier	1	Bombardier	1	Bombardier	1
Dassault Aviation	1	Dassault Aviation	0	Dassault Aviation	0
Embraer	4	Embraer	0	Embraer	0
Gulfstream Aerospace	1	Gulfstream Aerospace	0	Gulfstream Aerospace	0
Ilyushin	1	Ilyushin	1	Ilyushin	1
McDonnell Douglas	3	McDonnell Douglas	3	McDonnell Douglas	0
Total	118	Total	18	Total	5

Tabella 2: eventi caratterizzati da errori nel calcolo o inserimento di parametri di decollo e/o di posizionamento in pista per il decollo suddivisi per costruttori di aeroplani, registrati tra il 1998 e il 2023. Fonte EASA Notice of Proposed Amendement 2025-01(A).

A fronte di ciò, e considerando che la tecnologia per sistemi di rilevamento e allerta a bordo è ormai matura (in alcuni casi già certificata), l'EASA ha avviato nel 2023 l'iniziativa regolamentare ToR RMT.0741[25] che ha portato nel 2025 alla NPA 2025-01[26].

[25] In ambito EASA, un "Term of Reference" (ToR) per un'attività di rulemaking (regolamentazione) è un documento che definisce lo scopo, gli obiettivi, l'ambito e le responsabilità di un gruppo di lavoro o di un comitato incaricato di sviluppare una nuova normativa o di modificare una normativa esistente. In sostanza, il ToR fornisce una guida chiara e dettagliata su cosa deve essere fatto e come, garantendo che il processo di rulemaking proceda in modo efficiente e coerente.
In particolare il ToR RMT.0741 è consultabile al seguente link: https://www.easa.europa.eu/en/document-library/terms-of-reference-and-rulemaking-group-compositions/tor-rmt0741.

[26] Una NPA, o "Notice of Proposed Amendment", è una proposta di modifica o aggiornamento di un regolamento o di una specifica tecnica da parte dell'EASA (Agenzia europea per la sicurezza aerea). è un documento che viene pubblicato per informare l'industria, le parti interessate e il pubblico in generale di una modifica proposta alle normative o alle specifiche di certificazione relative alla sicurezza aerea.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Questa proposta include modifiche alle specifiche di certificazione (CS-25), ai requisiti supplementari di aeronavigabilità (Parte 26 del Regolamento (UE) 2015/640) e al materiale guida (CS-26). In sintesi, essa prevede:

- Per i nuovi progetti di aeromobili di grandi dimensioni (nuove certificazioni di tipo CS-25), l'obbligo di equipaggiare un Take-Off Performance Monitoring System (TOPMS) dotato di funzioni:
    - F1 – verifica e allerta su errori nei parametri di performance al decollo;
    - F2 – verifica e allerta su errori nella posizione e nell'orientamento dell'aeromobile al momento dell'avvio del decollo;
    - F3 – monitoraggio in tempo reale delle prestazioni durante la corsa di decollo (richiesto solo per i cosiddetti "large transport aeroplanes").
- Per gli aeromobili già certificati ma ancora in produzione, destinati al trasporto aereo commerciale, l'obbligo di conformità scatterà per quelli il cui certificato di aeronavigabilità verrà emesso dopo una data limite, prevista essere sei anni dopo l'entrata in vigore del regolamento modificato (nell'ipotesi che il RMT termini nel 2027, indicativamente dal 2033).

Queste misure mirano a rendere più omogenea la protezione contro gli errori al decollo nella flotta di grandi aeromobili, imponendo requisiti proporzionati al rischio e favorendo l'adozione di tecnologie già disponibili sul mercato.

La NPA 2025-01 non prevede l'eventualità di retrofit obbligatori per gli aeromobili già in servizio (cioè, quelli che hanno già ricevuto il certificato di aeronavigabilità prima della data stabilita).

Infatti:

- L'obbligo di installazione del TOPMS si applica solo agli aeromobili di grandi dimensioni (CS-25) che:
    - ricevono nuove certificazioni di tipo dopo l'entrata in vigore della modifica alla CS-25; oppure
    - ricevono il primo certificato di aeronavigabilità individuale a partire da 6 anni dopo l'entrata in vigore della modifica al Regolamento (UE) 2015/640 (cioè, indicativamente dal 2033).

Durante le consultazioni con i costruttori, EASA ha deciso di non imporre l'opzione retrofit per i seguenti motivi:

- costo elevato e complessità tecnica per adattare i sistemi esistenti;
- mancanza di standardizzazione nei sistemi avionici di bordo;

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- opinione condivisa da molti stakeholder (Airbus, Boeing, Embraer, ATR, Dassault, De Havilland, ecc.) secondo cui un retrofit generalizzato non sarebbe giustificabile in termini di rapporto costi/benefici.

Tuttavia, alcuni costruttori (es. Airbus) offrono retrofit opzionali su base volontaria per certi tipi di aeromobili già certificati, rispondendo alla domanda di operatori interessati a migliorare i livelli di sicurezza della propria flotta.

1.18.10. SIB EASA n° 2016-02R1 del 6 settembre 2021 "Use of Erroneous Parameters at Takeoff".

L'EASA ha pubblicato il SIB n° 2016-02R1 del 6 settembre 2021 intitolato "Uso di parametri errati al decollo" per allertare gli operatori e il personale di volo in merito alla questione e raccomandare l'attuazione di misure operative di mitigazione: https://ad.easa.europa.eu/ad/2016-02).

Il SIB EASA si concentra principalmente sugli errori commessi dal personale di volo durante l'inserimento dei dati nell'Electronic Flight Bag (EFB) o nel Flight Management System (FMS) durante la fase di preparazione del volo. I principali fattori umani che contribuiscono a tali errori sono la pressione durante operazioni con tempistiche ridotte e le interruzioni delle attività, con conseguenze quali l'effettuazione della corsa di decollo senza una spinta dei motori adeguata o il tentativo di rotazione a una velocità troppo bassa per la massa effettiva dell'aeromobile/configurazione di decollo o con una lunghezza della pista residua insufficiente. Nella maggior parte dei casi esaminati, l'equipaggio di condotta aveva inserito nell'FMS valori inadeguati relativi alla massa al decollo, ai valori di velocità di sicurezza o alla spinta al decollo target in relazione alla pista in uso.

Lo scopo del SIB, in combinato disposto con le procedure e le linee guida fornite dai costruttori degli aeromobili, è quello di:

- sensibilizzare gli equipaggi di volo, gli operatori e le autorità competenti in merito al pericolo specifico;
- fornire raccomandazioni agli operatori sul completamento di una specifica analisi e valutazione dei rischi per la sicurezza relativi a tale questione, al fine di valutare l'efficacia delle misure di mitigazione in atto e determinare la necessità di azioni aggiuntive o alternative;
- fornire raccomandazioni sugli elementi di formazione da enfatizzare durante la formazione iniziale e periodica dell'equipaggio di volo per aumentare la consapevolezza sulla questione;
- fornire raccomandazioni sull'uso del programma FDM per identificare eventi precursori.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

L’analisi dell’indagine dell’EASA sui parametri di decollo errati suggerisce che l’implementazione anche di pochi algoritmi specifici per eventi FDM o algoritmi di misurazione potrebbe contribuire a migliorare il rilevamento degli eventi correlati e a valutarne la frequenza e la gravità.

L’FDM può essere utilizzato per rilevare sistematicamente i segnali di prestazioni di decollo insufficienti. Una volta che il software FDM rileva un decollo con prestazioni insufficienti, l’operatore può richiedere un rapporto all’equipaggio di volo (secondo la procedura concordata per la prevenzione della divulgazione dell’identità dell’equipaggio). Può, quindi, analizzare l’evento per determinare se è stato causato da un inserimento errato dei parametri di decollo o da altri fattori. L’FDM può anche aiutare gli operatori a valutare la frequenza e la gravità degli eventi correlati a questo problema nell’ambito dei loro processi consolidati di gestione dei rischi per la sicurezza e, di conseguenza, a valutare l’efficacia delle misure di mitigazione dei rischi messe in atto nella loro organizzazione. L’European Operators Flight Data Monitoring forum (EOFDM)[27] ha proposto diversi metodi per monitorare le prestazioni di decollo con l’FDM. In particolare, i “precursori FDM” elencati sono considerati rilevanti. L’indagine condotta dall’EASA suggerisce che tali precursori potrebbero essere implementati dalla maggior parte degli operatori.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

Non pertinente.

[27] In proposito si veda: https://www.easa.europa.eu/en/domains/safety-management/safety-promotion/european-operators-flight-data-monitoring-eofdm-forum .

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

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. Condotta delle operazioni

2.1.1. Fase di preparazione al volo e procedure al suolo

Le attività di preparazione si svolgevano regolarmente e senza imprevisti, sebbene il LTC al termine della procedura prevolo avesse commentato che il tempo disponibile per le operazioni a terra era stato appena sufficiente per completare le procedure all'orario di previsto sblocco.
Il LTC, in alcune fasi delle procedure e dei controlli prevolo, forniva indicazioni e suggerimenti al comandante in addestramento, in vista dell'imminente volo di check per quest'ultimo, che avrebbe avuto luogo nel volo successivo a quello dell'evento; si registravano quindi alcune interruzioni nel flusso delle procedure.
Il loadsheet final veniva ricevuto circa dieci minuti prima del push back. I piloti ne controllavano insieme i dati, inserendoli nel CDU. L'inserimento del dato dello ZFW nel CDU avveniva in modo corretto.
Il LTC per ottenere il TOGW da inserire nell'OPT leggeva il dato di GR WT presentato sul CDU ed effettuava a mente la sottrazione del carburante che prevedeva sarebbe stato consumato in rullaggio (circa 400 kg nel caso di Malpensa). Il LTC enunciava ad alta voce il risultato della sottrazione, in difetto rispetto al risultato corretto di circa 100.000 kg (228.8 tonnellate invece di 328.4 tonnellate), determinando così l'inserimento del dato incorretto sull'iPad da parte di entrambi i piloti. Anche in tale fase, il LTC seguiva attivamente le operazioni di inserimento e lettura dei dati del OPT effettuato dal comandante in addestramento fornendo indicazioni circa la modalità di esecuzione. Inoltre, in tale frangente aveva luogo una chiamata radio di Malpensa Delivery che comunicava l'ordine di push al quale il LTC rispondeva.
In aggiunta, il LTC correggeva il comandante in addestramento circa l'inserimento di un settaggio sul OPT (il parametro relativo al CG, indicato sul loadsheet final come T2). Al momento di effettuare il controllo incrociato dei risultati, i due piloti riscontravano sui rispettivi iPad i medesimi dati di velocità, configurazione e settaggi motore, entrambi però

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

basati su un peso al decollo non corretto. Il controllo veniva effettuato solo sui dati presenti sui due iPad senza effettuare il confronto dei dati inseriti nell'iPad/OPT con il loadsheet final ed il CDU.

L'inserimento successivo dei dati da OPT a CDU avveniva mediante dettatura, ovvero il LTC leggeva il dato dall'iPad ed il comandante in addestramento inseriva il dato sul CDU. Mentre il comandante in addestramento inseriva i dati, il LTC osservava e commentava la comparsa del messaggio sullo scratchpad del CDU V–SPEEDS UNAVAILABLE.

Il comandante in addestramento chiedeva perché le FMC calculated V-speeds (reference), ovvero le velocità di decollo computate dal FMC, non erano presenti sul CDU. Il secondo comandante (cruise captain) indicava il selettore che avrebbe dovuto abilitarne la visualizzazione, che peraltro risultava già nella posizione prevista, ma nessuno riusciva a spiegare il motivo per cui le velocità FMC V-speeds non comparivano sul CDU.

Per spiegare la comparsa del messaggio e l'assenza delle FMC V-speeds occorre tenere a mente che il calcolo OPT basato sul TOGW (errato) immesso dall'equipaggio (228.800 kg) ha dato come risultato un'impostazione dei flap (5°), D-max (92,6), Sel Temp (56°) per una pista di decollo 35L con tutta la lunghezza disponibile. La velocità risultante basata sul peso al decollo inserito (228.800) era V1 145/ VR 149 /V2 156 kts.

Dopo che l'equipaggio di volo ha inserito nella pagina CDU TAKEOFF REF l'impostazione dei flap (5°), D-max (92,6), Sel Temp (56°) per un T/O RWY 35L risultante dal calcolo OPT con il peso al decollo errato (228.800), l'FMC, basandosi sul GR WT effettivo di 328.800 kg, non è stato in grado di calcolare una soluzione di decollo valida per le condizioni date, il che ha portato l'FMC a non visualizzare FMC V-speeds valide e a visualizzare il messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE sullo scratchpad del CDU.

In particolare, la mancata visualizzazione delle FMC V-speeds e del messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE da parte dell'FMC è stata causata dalla selected assumed temperature di 56 °C, calcolata per un peso inferiore di 100.000 kg rispetto al TOGW effettivo, che, inserita nell'FMC, ha impedito a quest'ultimo di calcolare una soluzione di decollo valida nella lunghezza di pista disponibile per le condizioni date.

Se i calcoli di performance fossero stati effettuati con il peso corretto, sia l'OPT che l'FMC avrebbero restituito, come previsto, V-speeds valide di circa 172 / 181 / 186 kts.

Nonostante le velocità ottenute in funzione di un peso dell'aeromobile di 100.000 kg inferiore al reale, fossero a loro volta decisamente inferiori a quelle che si sarebbero ottenute con il peso reale ed a quelle ottenibili con i pesi con cui tipicamente si impiega quel tipo di

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

aeromobile, l'equipaggio non si soffermava a sufficienza sul significato del messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE.

2.1.2. Fase di decollo

Durante la corsa di decollo il comandante in addestramento (CM1 PM) effettuava la chiamata degli 80 kt, poi, la voce sintetica annunciava la V1 a 145 kt.

A 148 kt il CM1 annunciava la VR ed il CM2 LTC PF a 150 kt iniziava la rotazione, sollevando dopo un secondo il NLG.

Il LTC impostava l'assetto previsto per il decollo ad una velocità di rotazione inferiore di 32 nodi rispetto a quella per l'effettivo TOGW dell'aeromobile. Inoltre, in ragione di una assumed sel temp superiore di 18°C al valore previsto per le condizioni di TOGW dell'aeromobile, i motori erogavano potenza inferiore.

Quattro secondi dopo l'inizio della rotazione, l'assetto dell'aeromobile era a 8.3° di pitch e, alla velocità di 160 nodi, il tail strike protection command risultava attivo (6 unità). Subito dopo aveva inizio il tail strike. Cinque secondi dopo l'inizio della rotazione il LTC, esclamava che l'aeroplano non si stava comportando in maniera usuale. A tale punto, l'aeromobile aveva già abbondantemente superato la velocità di decisione, peraltro non attendibile in quanto calcolata su un peso non corretto e con una selezione di spinta dei motori non adeguata; pertanto, l'opzione di interrompere il decollo non era attuabile. Allo stesso tempo l'aeroplano non rispondeva all'input di decollo. Tale situazione ha portato il LTC in una condizione startle effect[28]. Tale reazione è plausibile dal momento che fino a rotazione avvenuta, il PF non aveva alcun avviso o riferimento parametrico per potersi accorgere del problema. Dodici secondi dopo l'inizio della rotazione il cruise captain, che non era direttamente impegnato nella manovra e quindi aveva un più ampio margine di capacità cognitive, ordinava di selezionare TOGA, enunciando in rapida successione il comando per due volte. Al secondo comando, il LTC selezionava TOGA. L'aeroplano si staccava dal suolo, alla velocità di 178 kt, quando mancavano circa 800 metri a fine pista. L'accelerazione dei motori impiegava ulteriori 6 secondi per raggiungere la potenza massima di 106% N1. Una volta guadagnate le indicazioni di salita positiva, l'LTC ordinava la retrazione del carrello. Ventuno secondi dopo l'inizio della rotazione, il velivolo si trovava sulla verticale della THR18R ad una altezza di 155 ft e una IAS di 181 kt.

[28] Vedi nota 18.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

Dopo avere effettuato l'after take off check list il LTC comandava il cambio di postazioni. Il cruise captain prendeva il posto del CM2 ed il LTC del CM1.

2.1.3. Gestione dell'emergenza ed atterraggio.

Le fasi successive di gestione della procedura abnormal, i controlli successivi al decollo e precedenti l'atterraggio, la procedura di scarico carburante sono avvenute in accordo agli standard della compagnia e senza avvenimenti di rilievo.

2.2 Fattore ambientale

Le condizioni ambientali al momento del decollo erano buone: visibilità ottimale (CAVOK), vento debole e variabile, temperatura di 30°C e QNH 1018 hPa. Non sono stati rilevati fattori meteorologici che abbiano influito negativamente sull'esecuzione del decollo o contribuito direttamente al verificarsi dell'evento. La lunghezza della pista (TODA = 3974 metri), utilizzata nella sua interezza per il decollo, ha contribuito al positivo involo e separazione dagli ostacoli. I piloti avevano già precedentemente operato a Milano Malpensa, pertanto conoscevano l'ambiente dell'aeroporto e le relative procedure.

2.3 Fattore tecnico

Non si sono registrate problematiche a carattere tecnico che possano avere contribuito alla genesi dell'incidente. Non erano presenti limitazioni tecniche (MEL) da tenere in considerazione per il calcolo delle performance. L'indicazione EICAS TAIL SKID (che indica una discordanza tra la posizione del tail skid e del carrello di atterraggio, ovvero che il tail skid non è nella posizione corretta) era coerente con i danni subiti dal sistema durante il tail strike. Anche la indicazione BOTTLE DISCH APU (indicante bassa pressione della bombola di estinguente dell'APU) è riferibile alle conseguenze del tail strike.

2.4 Fattore umano

L'equipaggio era impegnato nella tratta di ritorno verso il Brasile. I piloti erano in possesso dei requisiti per l'effettuazione del volo e avevano goduto dei periodi previsti di riposo. Sebbene il periodo di riposo fosse stato garantito, l'equipaggio era comunque al di fuori del ritmo circadiano normale (orario locale brasiliano), essendo l'Italia nel periodo estivo cinque ore avanti rispetto all'orario locale di San Paolo. I viaggi aerei che comportano

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

l'attraversamento di più fusi orari, come noto, possono causare disturbi all'orologio biologico interno, che possono portare al *jet lag*[29].

Durante la delicata fase di inserimento dei dati necessari al calcolo delle performance di decollo, il LTC ha dettato ad alta voce (all'epoca dell'evento le procedure non fornivano ancora indicazione che tale pratica è vietata) il dato errato del peso al decollo (inferiore di 100.000 kg) invece di far eseguire autonomamente il calcolo a sua volta al pilota in addestramento e verificare incrociando i dati, come previsto dalle procedure. Questa deviazione dalla procedura standard (che all'epoca dei fatti non risulterebbe essere stata inequivocabilmente dettagliata) ha creato una dipendenza cognitiva e ha eliminato un'opportunità chiave di rilevare l'errore: l'azione del LTC ha trasformato una procedura formalmente ridondante e protetta (calcolo e verifica indipendenti dei dati) in una procedura a singolo punto di errore condiviso. Infatti, poiché entrambi i piloti hanno usato lo stesso dato errato comunicato a voce, il calcolo sulle rispettive app OPT ha prodotto il medesimo risultato errato, che, in ragione della coerenza di due risultati, è stato considerato corretto.

Nell'intento di svolgere le proprie mansioni di LTC, ed in particolare spiegando le modalità di esecuzione e contemporaneamente supervisionandole, il LTC ha assunto molteplici ruoli (istruttore, validatore delle procedure e supervisore).

Inoltre, nel volo dell'incidente ricopriva il ruolo di PF dal posto di destra (CM2), postazione non abituale. Ciò ha probabilmente richiesto un adattamento alle differenze nei movimenti e nell'organizzazione del lavoro in cabina. Quanto sopra potrebbe avere verosimilmente aumentato carico cognitivo dell'LTC, riducendo il livello di attenzione nella effettuazione dei calcoli e la capacità di valutare correttamente segnali deboli, come il messaggio V SPEEDS UNAVAILABLE. Né il comandante in addestramento, né il cruise captain avevano mai avuto esperienza di tale messaggio. L'equipaggio non era consapevole dei meccanismi che generano tale avviso ed aveva imputato l'insorgere dello stesso ad una discrepanza minore tra le velocità computate dal sistema e quelle inserite manualmente.

In ogni caso, gli errori compiuti in fase di inserimento dei dati utili per il calcolo delle performance di decollo, avrebbero potuto essere riconosciuti da ogni membro dell'equipaggio,

[29] Per la definizione di jet lag il riferimento è alla definizione ICAO (Doc 9966 FRMS Manual for Regulators): *Desincronizzazione tra l'orologio biologico circadiano e il ciclo giorno/notte causata da voli che attraversano un numero significativo di meridiani (percepita come un improvviso cambiamento nel ciclo giorno/notte). Provoca anche una desincronizzazione interna tra i ritmi delle diverse funzioni corporee. I sintomi più comuni includono il desiderio di mangiare e dormire in orari non in linea con la routine locale, problemi di digestione, calo delle prestazioni nelle attività mentali e fisiche e cambiamenti di umore. Si risolve quando si trascorre un periodo di tempo sufficiente nel nuovo fuso orario affinché l'orologio circadiano si adatti completamente all'ora locale.*

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

facendo un rapido raffronto mentale con quanto ci si sarebbe dovuto attendere, in condizioni similari, per quel tipo di aeromobile.

In tale contesto occorre considerare che il LTC operava sia su B777 che su B787. Le operazioni su differenti modelli di aeromobile potrebbe aver reso più difficoltosa la memorizzazione di massima dei parametri caratteristici.

Il comandante in addestramento, dal canto suo, si accingeva ad effettuare il decimo volo su B777 e non aveva ulteriore esperienza su aeromobili di analoghe dimensioni, avendo operato prevalentemente come comandante su aeromobili A32F. Ciò potrebbe motivare anche per tale membro dell'equipaggio l'assenza delle nozioni riguardanti i parametri di massima caratteristici per il B777. Inoltre, il volo successivo sarebbe stato il line check e il LCT, in fase di preparazione del volo, si stava mostrando didascalico onde facilitargli la preparazione. Ciò ha involontariamente generato deviazioni dal normale flusso degli standard procedurali, con perdita della definizione della linea del "chi fa cosa". Inoltre, si realizzava, verosimilmente, una sorta di dipendenza funzionale e psicologica del comandante in addestramento. Infatti, Il LTC ricopriva la figura di autorità tecnica e gerarchica. Gli eventuali dubbi sorti al pilota in addestramento (che infatti "aveva il sospetto che qualcosa non tornasse") potrebbero non essere stati approfonditi con sufficiente spirito critico. Dal momento che il LTC ha preso il controllo del flusso procedurale ed ha dettato personalmente i dati, il comandante in addestramento potrebbe essersi involontariamente deresponsabilizzato, rinunciando al proprio giudizio critico in considerazione del gradiente di autorità. In tal modo, si è verificata una erosione delle barriere di sicurezza previste dal CRM[30].

Infine, il secondo comandante (cruise captain) aveva prevalentemente esperienza di B767 ma non su B777, sul quale operava solo da qualche mese.

L'equipaggio terminava le operazioni a terra previste prima della messa in moto al momento dell'autorizzazione al push back, tanto che il LTC commentava che sarebbe stato meglio, come procedura, optare per una presentazione all'aeromobile un'ora e mezza prima del decollo. La necessità di rispettare gli orari di sblocco (EOBT) potrebbe avere indotto una forma di pressione operativa ed impedito un approfondimento della problematica relativa al messaggio comparso sul CDU.

Ancora una volta, così come dimostrato dagli eventi occorsi in passato, enfatizzati da numerosi studi sulla problematica, a causa della varietà ed imprevidibilità dei fattori che

[30] Le procedure standard di crew resource management (CRM) prevedono che ogni membro dell'equipaggio operi in autonomia entro ruoli chiari e controlli incrociati strutturati (che all'epoca ed in riferimento alle circostanze dell'evento non sembrerebbero essere sufficientemente chiari e dettagliati).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

influenzano tali errori di calcolo ed inserimento dei dati (stanchezza, distrazione, fretta, ridotta concentrazione, saturazione dei processi cognitivi) appare evidente che le procedure esistenti pur permettendo di minimizzare l'incidenza del fenomeno, non sono in grado di impedire il verificarsi di tali fattori in ogni frangente ed in ogni circostanza. Per tale motivo risulta determinante l'implementazione delle tecnologie, alcune già esistenti e certificate, mediante l'introduzione di requisiti regolamentari, che prevedano la presenza di sistemi volti a informare o allertare tempestivamente l'equipaggio di condotta circa l'incongruenza dei dati inseriti.

Per quanto attiene alla reazione dell'equipaggio in fase di decollo, può essere interessante sottolineare che la sequenza degli eventi registrata nell'incidente del PT-MUG, sono speculari anche in termini di tempi di reazioni a quanto registrato nel citato evento F-GUOC. In tal proposito la relazione del BEA riporta il seguente commento:

Sono stati quindi necessari otto secondi affinché l'equipaggio decidesse di attivare la spinta TOGA e di applicarla. Questo lasso di tempo sembra coerente con l'elemento sorpresa, con il fatto che il problema non fosse stato compreso e che l'applicazione della spinta massima non fosse l'unica soluzione ovvia.

2.5 Fattore organizzativo

2.5.1. Operatore LATAM

Alla data dell'evento la procedura con EFB sul manuale FCOM LATAM prevedeva che un membro dell'equipaggio calcolasse i dati preliminari relativi alle prestazioni di decollo e atterraggio e l'altro membro verificasse tali calcoli. Sul MGO era specificato che questa procedura doveva essere eseguita individualmente; le due pubblicazioni, quindi, non erano perfettamente allineate.

In aggiunta, non è definito come il calcolo del TOGW venga effettuato ovvero da dove il dato venga preso, così come non è specificato se il campo TOGW sul CDU, che è presente ma non viene calcolato automaticamente dal sistema, debba essere compilato oppure no.

Alla data dell'evento non era specificato che il calcolo dovesse essere effettuato senza enunciare ad alta voce il risultato.

Il TOGW è un dato fondamentale nel computo delle performance mediante l'OPT. Tuttavia, tale dato non è automaticamente presente sul CDU, ma deve essere inserito manualmente. Se le procedure standard non sono sufficientemente chiare nello stabilire che il dato deve essere letto sul loadsheet final, è possibile che i piloti, come nel caso dell'incidente, effettuino una operazione di sottrazione mentale partendo dal GR WT togliendo il taxi fuel, esponendosi ad

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

un rischio di errore. Lo stesso dicasi per il successivo controllo del dato di TOGW inserito sull'OPT, per validare i risultati del calcolo delle performance, che non può essere letto sul CDU/FMC.

L'errore di inserimento dati non è stato intercettato a causa di barriere operative deboli e di un'interfaccia del sistema FMC che non ha evidenziato in modo chiaro la perdita di protezioni nel calcolo delle velocità di decollo. Non esisteva una procedura codificata per il controllo incrociato tra ZFW, TOGW e dati dell'OPT, ovvero non solo del risultato del calcolo OPT ma anche del dato inserito per l'effettuazione del calcolo. Inoltre, la formazione degli equipaggi, sia in termini di addestramento sia in termini di promozione della sicurezza del volo, sembrerebbe che non enfatizzasse adeguatamente l'importanza del corretto inserimento dei dati di peso e la gestione dei messaggi di anomalia del FMC.

A livello di SMS non risulta che all'epoca dei fatti fossero implementati strumenti FDM volti a monitorare una esposizione al rischio di utilizzo di calcoli di performance per il decollo non corretti. Non risulta, inoltre, che vi fosse una indicazione del pericolo tail strike nell'hazard log.

2.5.2. Costruttore Boeing

L'incidente del velivolo B777 con marche PT-MUG rientra nella serie di eventi occorsi su velivoli B777[31] in cui gli equipaggi di volo non hanno rilevato o compreso il messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE e la concomitante assenza delle V-speeds computate dal FMC.

Le istruzioni del FCOM, citate nel paragrafo FMC Entry Error Messages, per questo messaggio includono la necessità di modificare il GR WT o il limite di spinta al decollo per consentire il calcolo delle V-speeds.

Occorre precisare però che il paragrafo FMC Entry Error Messages a proposito del messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE fornisce indicazioni generiche (for certain high/thrust/low gross weight or low thrust/high gross weight takeoff conditions) e non menziona la possibilità di un inserimento di dati di performance tali da rendere impossibile il calcolo da parte dell'FMC di una condizione di decollo valida per le condizioni date.

Boeing ha precisato in seguito a quesito formulato nel corso dell'investigazione che i dati che possono inibire il calcolo dell'FMC nelle prestazioni di decollo includono condizioni di alta quota/alta temperatura che estendono la corsa di decollo calcolata oltre la pista disponibile, un'impostazione inadeguata della riduzione di potenza nei calcoli di decollo (*assumed*

[31] PH-BVG del 2013, F-GUOC del 2015, VT-JEW del 2017.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

temperature), altri fattori ambientali nel calcolo delle prestazioni di decollo o informazioni inaccurate inserite nell'FMC.

Il fatto che nessuno dei tre piloti abbia compreso il motivo della comparsa del messaggio, ovvero l'impossibilità da parte del sistema di computare una soluzione di decollo valida per le condizioni date, confermerebbe una non sufficiente chiarezza a livello di documentazione (FCOM) e del messaggio stesso.

Ad ogni modo, la sezione Perfomance Dispatch del FCOM stabilisce che il decollo non è possibile in presenza del messaggio V SPEEDS UNAVAILABLE. Gli esempi citati esplicativi delle condizioni in cui tale condizione può verificarsi, non contemplano la situazione effettiva che ha generato l'incidente. Tale situazione, infatti, era conseguenza dell'impiego di parametri non corretti in fase di calcolo delle perfomance di decollo e del conseguente inserimento dei dati risultanti nel FMS. I correttivi proposti dal FCOM suggeriscono di variare la selezione dei flap, selezionare una spinta ridotta e/o aggiungere peso. Tuttavia, non allertano circa la necessità di una verifica dei dati inseriti, potenzialmente errati e tali da impedire al FMS di computare una soluzione di decollo valida per le condizioni date.

Dal momento che l'inserimento della configurazione dei flap e della potenza dei motori, frutto del computo errato del peso dell'aeromobile, non permettono il computo al sistema, la protezione del FMS che previene l'inserimento di valori inferiori alla calculated minimum speed (V1, VR, V2), non è più disponibile. Pertanto, l'evento ha dimostrato che è possibile inserire dati di velocità inferiori a V1MIN, VRMIN e V2MIN (normalmente calcolate dall'FMS), potenzialmente rafforzando la convinzione di una azione corretta anche a fronte di un grossolano errore di calcolo.

2.5.3. Autorità Aeronautica EASA

NPA 2025-01 e Safety Information Bulletin (SIB) 2016-02R1

L'ultima iniziativa di EASA ovvero la proposta regolamentare contenuta nella NPA 2025-01, tiene conto delle raccomandazioni di sicurezza già emesse in materia da BEA (Francia), Dutch Safety Board (Paesi Bassi) e UK AAIB (Regno Unito). Tuttavia, le misure introdotte sono destinata a nuovi progetti o ad aeromobili in fase di produzione.

Le citate raccomandazioni chiedevano, in sostanza:

- l'introduzione obbligatoria di sistemi di monitoraggio delle prestazioni al decollo (TOPMS);
- l'obbligo di sistemi di calcolo o monitoraggio di *onboard weight & balance*;

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- il rilevamento di errori grossolani nei dati inseriti a bordo.

EASA ha concluso di non imporre retrofit obbligatori alla luce delle seguenti considerazioni:

- il costo e la complessità tecnica su aeromobili in servizio sono alti;
- le flotte esistenti sono molto eterogenee;
- alcuni costruttori non hanno neanche pianificato lo sviluppo di questi sistemi.

La proposta regolamentare NPA 2025-01 rappresenta un passo rilevante e coerente verso l'incremento della sicurezza operativa in fase di decollo, affrontando in modo strutturato un rischio noto e ben documentato. Tuttavia, l'impatto della proposta risulta limitato nel breve e medio termine, poiché esclude dagli obblighi di installazione dei sistemi TOPMS gli aeromobili attualmente in servizio. L'evento occorso al B777 PT-MUG a Malpensa nel 2024 ne costituisce un esempio concreto e attuale.

In tale contesto, le pratiche già suggerite nel Safety Information Bulletin (SIB) 2016-02R1 potrebbero rappresentare, nell'arco temporale associato alla messa in esecuzione della NPA 2025-01 (almeno fino al 2033) e per tutti gli aeromobili non interessati dalle relative implementazioni, una fondamentale mitigazione dei rischi.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

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 per l'effettuazione del volo in questione.
- Il velivolo era in condizioni di efficienza ed aeronavigabilità.
- Le condizioni meteorologiche sull'aeroporto di partenza erano idonee, con una OAT di 30°C.
- La pista di decollo RWY35L aveva una TODA di 3974 m.
- Equipaggio era costituito da comandante in addestramento su B777 al posto di sinistra (CM1) come PM, un LTC al posto di destra (CM2) come PF ed un secondo comandante (CM3) in qualità di cruise captain.
- Il LTC interveniva verbalmente fornendo di tanto in tanto indicazioni al comandante in addestramento nel corso della esecuzione di alcune delle fasi pre volo (CDU preflight procedure, EFB procedure, before start procedure).
- Il LTC per ottenere il dato da inserire nell'OTP per il calcolo delle performance considerava il GR WT presente nel CDU e sottraeva mentalmente il taxi fuel, effettuando un errore di calcolo ed enunciando il risultato ad alta voce.
- Il peso al decollo preso in considerazione in ciascun OPT per il calcolo dei parametri era errato di 100 tonnellate.
- L'equipaggio ha inserito nell'FMS i parametri di decollo (configurazione dei flap, spinta, velocità, ecc.) computati mediante OPT per un peso al decollo inferiore di 100 tonnellate rispetto al peso effettivo al decollo.
- La modalità in cui sono stati effettuati i controlli incrociati nella cabina di pilotaggio non ha permesso di rilevare l'errore di 100 tonnellate nel dato di peso al decollo TOGW inserito nell'OPT e i parametri errati che ne sono derivati.
- Il controllo incrociato per la validazione veniva infatti effettuato sui risultati forniti dall'OPT sull'iPad senza confrontare i valori inseriti (di TOGW) sull'iPad con quelli riportati sul loadsheet final e inseriti su CDU del FMC (ZFW e conseguente GR WT).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- Le procedure dell'operatore presenti su FCOM non fornivano indicazioni sufficientemente dettagliate su come selezionare il dato di TOGW e circa la necessità di effettuare i relativi calcoli senza enunciarli.
- Il comandante in addestramento ha enunciato che non erano presenti le velocità computate nelle caselle FMC V-Speeds. ed il LTC ha letto il messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE sullo scratchpad.
- Il manuale FCOM del B777 spiega solo a grandi linee la logica di calcolo delle velocità e il significato del messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE (nel caso specifico low thrust/high weight).
- Le procedure non prevedevano una verifica simultanea dei pesi al decollo considerati nella scheda di carico definitiva, nell'OPT (EFB) e nell'FMS.
- Le procedure non includevano un mezzo sistematico per rilevare errori grossolani (ad esempio ordini di grandezza o velocità di riferimento).
- Le criticità emerse nell'incidente erano già state individuate in almeno tre studi internazionali sull'uso di parametri errati.
- Dopo l'inserimento dei parametri di decollo nell'FMS non è stato compreso, dall'equipaggio, il significato del messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE e della mancanza delle velocità computate nelle caselle FMC V-Speeds. Questo messaggio avrebbe dovuto consentire all'equipaggio di rilevare incongruenze nei dati inseriti.
- L'FMS consente di inserire valori di velocità di decollo non coerenti con il peso al decollo calcolato dall'FMS.
- Quando l'FMS non è in grado di calcolare le velocità di riferimento (messaggio V-SPEEDS UNAVAILABLE), l'equipaggio non viene avvertito della perdita della protezione contro l'inserimento di velocità troppo basse, inferiori a V1 MIN, VR MIN e V2 MIN normalmente calcolate dall'FMS.
- Le procedure di preparazione a terra sono terminate in corrispondenza con la autorizzazione al push ed alla messa in moto. Il LTC commentava circa l'opportunità di anticipare l'arrivo all'aeromobile per avere il tempo per effettuare le procedure nei tempi previsti e con maggiore calma.
- L'aeromobile si apprestava al decollo dalla RWY35L con una velocità di prevista rotazione di 149 kt con una configurazione dei flap di 5° ed una sel temperature di 56° (N1 92,6%). I parametri corrispondenti appropriati per il peso effettivo erano una velocità di rotazione di 181 kt e una sel temp di 38° (N1 101.4%).

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- La protezione contro il tail strike si è attivata durante la rotazione e il beccheggio si è stabilizzato a circa 8,3°.
- Il LTC PF si è trovato in una condizione in cui l'opzione di interrompere il decollo non era attuabile ed al contempo l'aeroplano non rispondeva all'input di decollo.
- La spinta TOGA è stata applicata dal PF su comando del CM3 circa otto secondi dopo l'inizio del tail strike.
- L'aeroplano ha effettuato l'involo ad una velocità di 178 nodi, a circa 800 metri dal fondo pista ed ha sorvolato la soglia opposta ad un'altezza di circa 155 piedi.
- Una volta in volo l'equipaggio ha dichiarato PAN, PAN ed ha effettuato i coordinamenti con il controllo del traffico aereo per l'effettuazione del fuel dumping, scaricando circa 72 tonnellate di carburante.
- L'atterraggio ha avuto luogo dopo circa un'ora e dieci minuti dal decollo per RWY35R.
- Tra il 1999 e il 2015, nel trasporto aereo commerciale, sono stati indagati almeno 31 inconvenienti gravi e incidenti che hanno avuto per causa l'inserimento di parametri errati al decollo, tra cui tre con vittime.
- Gli studi internazionali e i rapporti delle autorità investigative hanno tutti evidenziato i vantaggi, ma soprattutto i limiti, delle barriere di sicurezza operative.
- Gli studi internazionali e i rapporti delle autorità investigative hanno tutti suggerito lo sviluppo di nuove soluzioni tecniche per ridurre gli errori di ingresso e le loro conseguenze.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

3.2. CAUSE

L’evento di tail strike in corsa di decollo è stato causato da una rotazione avvenuta ad una velocità significativamente inferiore a quella prevista per il peso effettivo dell’aeromobile. Ciò è avvenuto in seguito ad un inserimento nell’FMS da parte dell’equipaggio di condotta di dati di performance al decollo (velocità di rotazione e settaggio dei motori) computati per un takeoff weight notevolmente inferiore rispetto al peso effettivo dell’aeromobile.

Hanno contribuito all’evento i seguenti fattori:

- la deviazione dalle procedure standard da parte dei due piloti riferita alla previsione di procedere ad un computo individuale delle performance di decollo;
- la mancata comprensione da parte dell’equipaggio di volo del significato e delle implicazioni del messaggio V SPEEDS UNAVAILABLE;
- l’assenza a bordo dell’aeromobile di sistemi automatici di pesatura e bilanciamento a bordo (OBWBS) e di sistemi di monitoraggio delle performance di decollo (TOPMS), per i quali non vi è un requisito regolamentare.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

CAPITOLO IV
RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

L'inchiesta di sicurezza ha analizzato le evidenze raccolte al fine di individuare, per quanto possibile, le potenziali criticità che hanno verosimilmente contribuito alla genesi dell'evento.
Nel corso dell'attività investigativa sono stati esaminati gli studi disponibili in materia di errori nel calcolo delle performance in fase di decollo. Tali studi, pur sottolineando l'importanza delle procedure operative, evidenziano come la barriera più efficacie per contrastare il rischio sistemico associato alla componente umana sia individuabile nell'introduzione di sistemi dedicati di monitoraggio e verifica delle performance di decollo, quali, a titolo esemplificativo, il Takeoff Performance Monitoring System (TOPMS) e l'On-Board Weight and Balance System (OBWBS).
In tale ambito, sono state considerate le numerose raccomandazioni di sicurezza formulate nel tempo da diverse autorità investigative nei confronti di operatori, costruttori e autorità regolatrici e di sorveglianza, orientate non solo all'adozione di procedure operative maggiormente strutturate, ma soprattutto all'introduzione di sistemi dedicati, progettati per mitigare il rischio di eventi derivanti da errori nell'inserimento, nella selezione o nella validazione dei parametri di performance di decollo. L'ANSV, sulla base delle proprie valutazioni indipendenti, concorda su quanto emerso dagli studi e si trova anche d'accordo con il razionale espresso dalle raccomandazioni di sicurezza già emanate da altre SIA in materia.
Tuttavia, la Notice of Proposed Amendment 2025-01 già prende in considerazione l'introduzione generalizzata di tali sistemi sulla flotta attualmente in esercizio e conclude che non sarebbe ritenuta sostenibile né proporzionata, ipotizzando il requisito per gli aeromobili di nuova progettazione o costruzione, a partire dal 2033 circa.
Nel corso dell'inchiesta sono state inoltre valutate le informazioni fornite dall'operatore LATAM in merito alle iniziative adottate a seguito dell'evento. Secondo quanto rappresentato dall'operatore, le azioni già implementate o avviate sarebbero ritenute idonee a mitigare il rischio di eventi analoghi. Tali iniziative includono, tra l'altro:

- la diffusione di comunicazioni di sicurezza di flotta contenenti indicazioni specifiche per la prevenzione degli eventi di tail strike, con particolare riferimento alle modalità di inserimento dei dati nei sistemi di gestione del volo;

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN

- lo svolgimento di un'analisi delle discrepanze finalizzata all'individuazione di potenziali fattori di rischio e di possibili ambiti di miglioramento;
- l'introduzione di un terzo dispositivo EFB nella flotta B777, con attribuzione al terzo pilota di specifici compiti di verifica incrociata e validazione dei dati di performance;
- l'avvio di programmi addestrativi dedicati applicabili alla flotta wide-body;
- l'implementazione, nell'ambito del Flight Data Monitoring, di criteri di analisi volti all'identificazione dell'altezza di sorvolo al termine della TORA in fase di decollo, al fine di individuare eventuali tendenze riconducibili a degrado delle performance o a errori operativi.

Per quanto concerne il coinvolgimento delle organizzazioni di settore, secondo quanto rappresentato da IATA, che riveste sicuramente un ruolo centrale e globalmente riconosciuto in ambito di promozione della sicurezza operativa, risultano già attivi programmi di audit (IOSA) e iniziative dedicate, ritenute adeguate ai fini della prevenzione degli errori nel calcolo delle performance di decollo su scala internazionale.

Alla luce di quanto sopra esposto, l'ANSV non ritiene necessario formulare ulteriori raccomandazioni di sicurezza.

Camera dei Deputati ARRIVO 12 febbraio 2026 Prot: 2026/0000238/TN