Articoli e Saggi

Transponder e sicurezza dello spazio aereo*

Immacolata Teresa Madarena
Dottoranda di ricerca in "*Diritto della società digitale e dell'innovazione tecnologica*" presso l'Università degli Studi "*Magna Graecia*" di Catanzaro

Abstract
Transponder and airspace security.

The transponder is a multi-purpose electronic device. It enhances safety by enabling air traffic controllers to identify the aircraft and monitor the flight. The device is also used to transmit squawk codes, which signal an emergency on board. The same device forms the basis of anti-collision systems (ACAS II and TCAS). For aircraft with a MTOM exceeding 5,700 kg or travelling at a cruising speed exceeding 250 knots, the mandatory use of a transponder is confirmed by the Minimum Equipment List (MEL). International and EU regulations, in the event of a transponder failure after take-off or in other specific situations, provide for exceptions and, under certain conditions, permit flight. The subject is subject to restrictions that confirm the necessity for the transponder to be installed and operational. The requirement to be equipped with a transponder is laid down in Presidential Decree No. 133 of 9 July 2010 for "advanced" VDS aircraft, the highest-performing category of aircraft for recreational or sport flying.

Il transponder *è uno strumento elettronico multiuso. Rafforza la sicurezza consentendo l'individuazione dell'aeromobile dai controllori del traffico aereo e il monitoraggio del volo. Il dispositivo serve inoltre per inviare i codici squawk, che segnalano un'emergenza a bordo. Lo stesso strumento è alla base dei sistemi anticollisione (ACAS II e TCAS). Per gli aeromobili con MTOM superiore a 5.700 kg o che viaggino ad una velocità di crociera superiore a 250 nodi, l'obbligatorietà del transponder è confermata dalla* Minimum Equipment List *(MEL). La normativa internazionale e unionale, in caso di guasto post partenza del trasponder o in altre situazioni particolari, prevedono delle differenze e, a determinate condizioni, consentono il volo. La materia è caratterizzata da restrizioni che confermano la necessità che il trasponder sia installato e funzionante. L'obbligo di dotazione del transponder è previsto dal D.P.R. del 9 luglio 2010 n. 133 per gli apparecchi VDS "avanzati", i più performanti tra gli apparecchi per il volo da diporto o sportivo.*

* Sottoposto a referaggio. Il presente lavoro sviluppa l'intervento su invito tenuto alla Tavola rotonda su "*Intercettazione e difesa dello spazio aereo*", svoltasi il 25 giugno 2024 presso la Sala Carlassare del Dipartimento di Giurisprudenza dell'Università degli Studi di Ferrara. Esso ricade nel progetto di ricerca I+D+i "*Modernización de la regulación del transporte de pasajeros y carga: régimen de responsabilidad y descarbonización*" (Ref. PID2023-149939NB-C33), finanziato dal *Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades* (MCIU), dalla *Agencia Estatal de Investigación* (AEI) e dal Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Keywords: Transponder, Minimum Equipment List, ACAS, *squawk code, Pilot in command.*

Parole chiave: Transponder, Minimum Equipment List, ACAS, codici *squawk, comandante.*

Sommario: 1. Premessa – 2. *Transponder* e suo funzionamento – 3. Assegnazione del codice 24-bit e obbligatorietà del *transponder* – 4. *Segue*. Assegnazione del codice *transponder* agli apparecchi VDS – 5. La *Minimum Equipment List* – 6. Impiego del *transponder* e possibili avarie – 7. *Transponder* e codici *squawk* – 8. *Transponder* e dispositivi anticollisione – 9. Considerazioni conclusive

1. Premessa

Ai primordi dell'aviazione i piloti si involavano ed atterravano a bordo di rudimentali aeromobili da piste in erba o in terra battuta. Il pilota dirigeva la prua dell'aeromobile sollevatosi da terra in modo da eludere ostacoli e intralci mediante il "*see and avoid*"; egli scrutava il cielo e si orientava, senza altri ausili, seguendo l'orografia del terreno sottostante. Alcuna delle scarne strumentazioni poteva consentire al pilota di entrare in contatto con altri equipaggi o con personale ubicato a terra.

Superata la fase pioneristica del volo, dopo la fine della Grande Guerra, nella *Convention Portant Réglementation de la Navigation Aérienne (Convention Relating to the Regulation of Aerial Navigation), Paris, 13 Octobre 1919* (di seguito Convenzione di Parigi del 1919) prese corpo l'idea di attivare, da terra, un sistema di controllo del traffico aereo (di seguito servizio ATC)[1]. La tecnologia del tempo, tuttavia, non era ancora in grado di consentire lo scambio di informazioni bordo-terra, di là da venire.

Ai primi anni Trenta dello scorso secolo, l'aeromobile si era affermato quale mezzo di trasporto destinato alla *élite* di passeggeri che poteva permettersi il prezzo del biglietto di viaggio. Le compagnie aeree si servivano di aeromobili costruiti ed equipaggiati per il trasporto di persone più affidabili, grazie alle sperimentazioni conseguite durante il conflitto e alle successive evoluzioni. I progressi dell'avionica si erano riflessi anche sul versante terra, e i piloti potevano attuare le manovre di involo/atterraggio da aeroporti meglio attrezzati con vere e proprie piste costruite con materiale solido[2].

[1] Le origini del sistema di controllo del traffico aereo sono da ricercarsi nell'Annesso D alla Convenzione di Parigi del 1919: cfr. M.M. Comenale Pinto, B. Franchi, U. La Torre, F. Pellegrino, E.G. Rosafio, *Manuale di diritto aereo e aerospaziale. Aggiornato alla legge 13 giugno 2025, n. 89, Disposizioni in materia di economia dello spazio*, Torino, 2025, p. 108 ss. Sul punto si veda *amplius* A. L. M. Sia, *La disciplina del cabotaggio. Profili di diritto aeronautico*, Roma, 2018, p. 21 ss. Secondo S. Vernizzi, *L'aeromobile. Dato tecnico e funzionale Profilo statico e dinamico*, Roma, 2020, p. 14 ss., la principale preoccupazione dei compilatori della Convenzione di Parigi è stata quella di regolare, tra gli Stati contraenti, la sovranità sullo spazio aereo, il diritto di passaggio inoffensivo, l'istituzione delle rotte aperte al traffico commerciale. Per qualche cenno si rinvia a T. Ballarino, S. Busti, *Diritto aeronautico e spaziale*, Milano, 1988, p. 52, e, più approfonditamente a N. Mateesco Matte, *Treatise on Air-Aeronautical Law*, Montreal-Toronto, 1981, p. 103 ss. I moderni standard e pratiche raccomandate per il controllo del traffico aereo sono contenuti nell'*Annex* 11 alla Convenzione di Chicago, recante *Air Traffic Services*. Lo stesso Annesso definisce, al *Chapter* 1, tra le definizioni, l'ATC quale un servizio somministrato allo scopo di prevenire le collisioni e tra aeromobili in volo e sull'aera di manovra tra aeromobili ed ostacoli, nonché per mantenere un flusso ordinato nel traffico aereo.

[2] Gli aeromobili erano in grado di coprire distanze pari a qualche migliaio di km senza scalo ad una velocità di crociera di circa 250 km/h. Per le manovre a terra si utilizzavano strumenti piuttosto rudimentali, come megafoni e bandierine, mentre per le comunicazioni terra-aria si impiegava il codice Morse.

L'impiego di apparecchiature radio trasmittenti, speculari a quelle installate a terra, ha consentito un più efficiente "scambio voce" per le comunicazioni terra/bordo/terra, uniformato mediante una fraseologia standardizzata per operatori a terra ed equipaggi. La Convezione di Chicago del 1944, infatti, stabilisce, all'art. 28, che ogni Stato contraente, si impegna a) a stabilire, nel proprio territorio, aeroporti, servizi radio, meteorologici ed altre installazioni per facilitare la navigazione aerea internazionale; b) adottare e porre in funzione sistemi standardizzati di procedure per le comunicazioni, codici, marche, segnalazioni, illuminazione e di altri metodi e regole pratiche di volta in volta raccomandati o stabiliti in applicazione della Convenzione; c) a collaborare alle misure internazionali per assicurare la pubblicazione di mappe e carte aeronautiche conformi a modelli di volta in volta raccomandati o stabiliti in applicazione della medesima Convenzione[3].

Già alla fine degli anni Sessanta dello scorso secolo, il volo aereo si è evoluto come sistema integrato, basato simultaneamente su tre diverse componenti: il pilota, che opera con l'ausilio delle strumentazioni dell'aeromobile; il controllore da terra che, al fine di evitare collisioni, attua la separazione e fornisce al pilota informazioni e autorizzazioni; l'ambiente, ossia lo spazio aereo ove la macchina si sposta[4].

La crescita del trasporto aereo commerciale degli ultimi decenni può ricercarsi nella confluenza di diversi fattori. Senza pretesa di completezza essi possono individuarsi nella costruzione di aeromobili più performanti per velocità e autonomia, nell'ampliamento degli aeroporti esistenti e nella costruzione di nuovi, e, in tempi più recenti, nella diffusione di vettori aerei a basso costo, che ha trasformato il trasporto aereo in fenomeno di massa[5]. Determinanti di sono rivelati i progressi delle comunicazioni terra-bordo per irradiazione e continuità nell'etere, che hanno contribuito a rafforzare la sicurezza del volo[6]. L'interazione è ancor più indispensabile poiché gli spazi aerei sono sempre più interessati dal traffico di aeromobili che attuano gran parte della fase volativa in funzione strumentale (IFR, acronimo di *Instrument Flight Rules*)[7].

Il moderno controllo del traffico aereo (di seguito ATC, acronimo di *Air Traffic Control*) consente la comunicazione terra-bordo nonché la separazione *radar* tra aeromobili, attuata con apparecchiature via via perfezionate: gli incrementi introdotti dall'informatica hanno reso più fluido e sicuro l'utilizzo dello spazio aereo, a sua volta adeguato all'aumento della domanda.

---

[3] M.M. Comenale Pinto, B. Franchi, U. La Torre, F. Pellegrino, E.G. Rosafio, *Manuale di diritto aereo e aerospaziale*, cit., p. 102.

[4] Si veda G. Rinaldi Baccelli, *Pilota di aeromobile*, in *Dig. Comm.*, Torino, 1995, p. 70 ss., spec. p. 81. Il tema è ripreso da U. La Torre, *Declinazioni del comando tra aeromobili manned e unmmanned*, in *Riv. dir. nav*., 2025, p. 39, testo e nota n. 1.

[5] Si veda, sul tema, G. Pruneddu, *Le compagnie* low cost *tra disciplina dei servizi aerei e tutela dell'utente*, Roma, 2017.

[6] Lo scambio delle comunicazioni, infatti, consente di pianificarne gli scali in condizioni di massima sicurezza e agevola il migliore utilizzo degli aeroporti. Ampliati con nuove piste, dotati di torri di controllo più efficienti e di personale specializzato di pari passo con il progresso tecnologico, gli aeroporti sono stati trasformati in *terminal* attrezzati per accogliere un numero crescente di utenti.

[7] Sarebbe impossibile che un pilota, ai comandi di un aeromobile in volo alla velocita di 800 km/h, possa dirigerlo in modalità *see and avoid*. Si tratta, ormai, di una fase tanto residuale del volo aereo quanto diffusa lo è stata in periodi precedenti, quando le comunicazioni erano inesistenti prima e poco perfezionate poi. Si allude ai *radar*, che, utilizzati in campo militare durante la Seconda Guerra Mondiale, dopo il conflitto hanno iniziato ad essere impiegati per fini civili. Gli incrementi tecnologici hanno via via agevolato la diffusione di questi strumenti. Sul tema si veda, per l'ordinamento statunitense, E. E. Anderson, W. Watson, D. M. Marshall, K. M. Johnson, A Legal Analysis of 14 C.F *A Legal Analysis of 14 C.F.R. Part 91 See and A t 91 See and Avoid Rules t oid Rules to Identify Provisions Focused on Pilot Responsibilities to See and Avoid in the National Airspace System*, in *J. Air L. & Com*, 2015, fasc. 80, p. 53 ss., spec. p. 58, ed ivi delucidazioni sull'aumentata velocità degli aeromobili, sulle difficoltà del see and avoid e sulla ineludibile necessità di incrementare le potenzialità del radar.

2. Transponder e suo funzionamento

Il *transponder* è un'apparecchiatura ricetrasmittente di ridotte dimensioni, allocata nell'abitacolo dell'aeromobile e facilmente accessibile al pilota. Fa parte degli strumenti di bordo ed è una pertinenza dell'aeromobile, essendo durevolmente destinato al suo servizio (art. 862 c. nav.)[8].

Le funzioni del *trasponder* sono connesse a ricezione-invio di informazioni[9]. Esso raccorda vari apparati di cui si avvale il moderno controllo del traffico aereo, basato sui sistemi radar. L'ATC è oggi attuato tramite interconnessione tra le stazioni di terra (che fungono da "interrogatori") e i *trasponder* degli aeromobili in volo sull'aerea interessata, che inviano dati diversi a seconda del "modo di funzionamento" dei dispositivi medesimi[10].

In particolare, in "modalità A", il *transponder* trasmette a terra solo il codice identificativo dell'aeromobile, mentre in "modalità C" consente all'ATC di rilevarne automaticamente l'altitudine (o *flight level*)[11].

I miglioramenti nel campo delle comunicazioni si basano sul Radar Primario (o "PSR", acronimo di "*Primary Surveillance Radar*"), che rileva presenza e posizione nello spazio dell'aeromobile, per mezzo dell'invio da terra di onde, successivamente riflesse dalla superficie dell'aeromobile stesso.

I Radar Secondari (abbreviati con la sigla "SSR", acronimo di "*Secondary Surveillance Radar*"), determinano anche quota e identità dell'aeromobile[12], oltre a posizione e coerenza con il piano di volo.

---

[8] Cfr. sul punto S. Zunarelli, M.M. Comenale Pinto, *Manuale di Diritto della Navigazione e dei Trasporti*, I, V ed., Padova, 2023, p. 79 ss.

[9] Lo strumento inoltra, senza soluzione di continuità, indicazioni ai radar ubicati a terra per il controllo del traffico aereo. Lo sviluppo verso stadi più perfezionati, ha ampliato la quantità e affinato la qualità dei dati immagazzinati e trasmessi dal congegno, rendendo più fluide le comunicazioni terra/bordo/terra e rafforzando la catena della sicurezza. Gli aeromobili commerciali sono dotati, in genere, di almeno due trasponditori, uno dei quali è allacciato alla rete elettrica di emergenza, onde garantire la continuità del dialogo con la terraferma.

[10] Il radar (acronimo di *Radio Detection And Ranging*, ossia "*rivelazione e localizzazione (di oggetti) mediante radioonde*") – sviluppa quello ideato in ambito militare, finalizzato a identificare e distinguere gli aeromobili "amici" e "ostili" (cd. "*Identification Friend or Foe*").

[11] Esistono il modo A, C, A/C ed S, oltre a quelli impiegati nelle operazioni militari. In risposta alle interrogazioni in modalità A dal radar di terra, il *transponder* trasmette un codice identificativo dell'aeromobile nell'intervallo di cifre 0000-7777, con alcuni codici assegnati per indicare specifiche situazioni di emergenza (codici *squawk*). Il modo C riferisce l'altitudine barometrica dell'aeromobile con incrementi di cento piedi. Il funzionamento del modo A/C presenta una serie di limitazioni tecniche. Esso, infatti, non può impiegare in maniera efficiente lo spettro radio e dispone, per ragioni tecniche, di un numero limitato di codici del modo A. Per superare le limitazioni del modo A/C si è sviluppato il modo S. Si veda la spiegazione che ne fornisce il *Paper* redatto da EUROCONTROL, NETALERT - *the Safety Nets newsletter*, May 2014, n. 9 in https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/2711.pdf.

[12] Il sistema nasce dalla fusione ICAO del modello ADSEL (*ADdressed SELectable*) britannico e di quello DABS (*Discrete Addressed Beacon System*) statunitense. Il primo consisteva in un miglioramento del sistema SSR volto a fronteggiare la necessità, che si accompagna all'aumento del traffico, di sopperire allo scadimento delle prestazioni radar causato dalle interferenze innescate del sempre maggior numero di transponder in aria; il secondo sistema è stato studiato tra il 1970 e il 1975 presso il MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) di Boston per la *Federal Aviation Administration*. Il suo funzionamento è stato illustrato nel rapporto ATC-42 *DABS: A System Description* del 18 novembre 1974, consultabile all'indirizzo https://archive.ll.mit.edu/mission/aviation/publications/publication-files/atc-reports/Drouilhet_1974_ATC-42_WW-15318.pdf. Sul funzionamento del Modo S si veda J. Sun, H. Vû, X. Olive, J. M. Hoekstra, *Mode S Transponder Comm-B Capabilities in Current Operational Aircraft*, Proceedings 2020, 59, p. 4. Sul metodo per trattare i dati trasmessi dal transponder in Modo S ove inficiati da interferenze, cfr. V. U. Meltsov, A. A. Lapitsky, *Method of processing a distorted signal of a MODE-S format from an airplane transponder*, in *J. Phys.: Conf. Ser*., 2019, 1353, 012016, consultabile nel sito web https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1353/1/012016.

L'evoluzione del Radar Secondario è il "Modo S" (abbreviazione di "*Mode Select*"), che attua l'interrogazione "mirata" di singoli aeromobili. Esso offre al servizio ATC la possibilità di fruire di un'ampia gamma di informazioni selettive, come ad es. identità del volo, velocità, rotta etc.[13].
In modalità "S" il *transponder* impiega oltre diciassette milioni di indirizzi univoci a 24-bit stabiliti dall'ICAO, ovverosia codici composti da 24 cifre binarie – bit significa infatti *binary digit* – compresi tra 0 e 1, utilizzati per l'identificazione in volo degli aeromobili coinvolti. Le prime sei cifre identificano lo Stato di registrazione dell'aeromobile (per l'Italia la sequenza è 001100) e le rimanenti l'aeromobile stesso. La disciplina internazionale per l'assegnazione del codice *transponder* è contenuta nell'*Annex* 10 alla Convenzione di Chicago, Volume III, *Chapter* 9, recante *Aircraft Addressing System*[14].
In Italia l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) è l'autorità responsabile, ex art. 750 c. nav., della tenuta del Registro Aeronautico Nazionale (RAN). In tal veste l'Ente provvede all'assegnazione del codice *transponder* in sede di immatricolazione dell'aeromobile o della prenotazione (cd. "riserva") delle marche di registrazione.

[13] Cfr. J. Sun, H. Vû, X. Olive, J. M. Hoekstra, *Mode S Transponder Comm-B Capabilities in Current Operational Aircraft, op ult. e loco cit*. Tra i dati richiesti e trasmessi selettivamente, oltre all'identità dell'aeromobile e velocità, la sua quota barometrica. Negli Stati parte dell'ECAC (*European Civil Aviation Conference*) l'implementazione del transponder in "Modo S" è stata introdotta gradualmente a partire dai primi anni 2000. Fondamentale nel suo sviluppo l'adozione dell'*Amendment* 77 all'*Annex* 10 della Convenzione di Chicago del 1944, del quale si dirà *infra* nel testo. L'*European Civil Aviation Conference* (ECAC) conta ad oggi 44 Stati membri, ossia tutti i Paesi europei compresi i Paesi balcanici, oltre a Ucraina, Moldavia, Azerbaijan, Armenia, nonché Norvegia, Islanda e Turchia: si veda https://www.ecac-ceac.org/about-ecac/member-states.

[14] Nello stesso *Annex* 10 è specificato che ciascun codice fa parte di un "pacchetto" assegnato ad ogni Stato contraente. Esso è assegnato all'aeromobile in fase di immatricolazione nel registro nazionale (od in altro registro dello Stato, tenuto da altro Ente, es., in Italia, l'Aeroclub d'Italia). È importante sottolineare che lo stesso codice non può essere assegnato a più di un aeromobile. Pertanto, il codice attribuito all'aeromobile assurge ad elemento individuante di quella macchina, resa così inconfondibile rispetto a tutte le altre. L'univocità del codice garantisce quindi in modo assoluto l'individuazione della macchina nello spazio aereo. Sugli standard da seguire da parte degli Stati nel procedimento di assegnazione dell'indirizzo a 24 bit e sulla loro registrazione si vedano le *Guidelines* ICAO *registration of aircraft addresses with Mode S transponders* consultabili al seguente indirizzo https://www.icao.int/sites/default/files/ESAF/APIRG/APIRG-26/EN/WPs-ENG/APIRG26-WP03F12-App-Guidelines-for-ICAO-24-Bits-Adresses-Assignment.pdf.

Le procedure standard inerenti a registrazione, cancellazione e trasferimento di aeromobili dal registro di uno Stato ad un altro sono racchiuse nel Doc. ICAO 10142, *Manual on Registration and Deregistration of Aircraft* del 2022[15]. I singoli Stati parte possono adattare i principi in esso contenuti alle particolarità dell'ordinamento di riferimento.

In quanto responsabili dei registri aeronautici nazionali, gli Stati costituiscono punti di ingresso degli aeromobili, al momento della registrazione, nel *safety oversight system*[16]. Quest'ultimo consiste nella funzione svolta dallo Stato contraente di assicurare che tutti i soggetti, pubblici e privati, coinvolti nella gestione di un'attività nel settore dell'aviazione, rispettino le leggi e i regolamenti nazionali in materia di sicurezza mediante *audit*, ispezioni e monitoraggi[17].

In tal quadro, le singole Autorità statali devono amministrare i pacchetti di codici di identificazione ICAO tramite assegnazione, diretta o delegata, dei medesimi ai mezzi aerei dei quali assumono la sorveglianza tecnica[18].

[15] Si veda https://news.ncac.mn/uploads/bookSubject/2023-03/64253d9ca56e1.pdf. Gli standard e le pratiche raccomandate sono fissati dall'*Annex* 7 alla Convenzione di Chicago, su cui si veda *infra*, sub nota 16. In Italia il Registro Aeronautico Nazionale (RAN) è tenuto dall'ENAC. Su tale registro sono riportate, per ogni aeromobile immatricolato, le informazioni del certificato di immatricolazione. Il Registro ricopre funzione civilistica quale strumento giuridico deputato alla pubblicità notizia degli atti costitutivi, traslativi ed estintivi di diritti reali sugli aeromobili secondo quanto stabilito dal codice della navigazione (artt. 245-264 c. nav) e, in mancanza, del codice civile (arg. ex art. 1 c. nav.).

[16] Si veda l'*Annex* 19 alla Convenzione di Chicago, recante *Safety Management*, *second* ed., *July* 2016, consultabile in https://www.aic.gov.pg/sites/default/files/2023-05/Annex%2019-2-46_merged.pdf, ove, nel *Chapter* 1, è chiarito che per "*safety oversight*" si intende "*a function performed by a State to ensure that individuals and organizations performing an aviation activity comply with safety-related national laws and regulations*". La definizione è ripresa dal Doc. ICAO 9734, recante *Safety Oversight Manual*, *Part A, The Establishment and Management of a State Safety Oversight System*, *Third* Ed., 2017, in https://www.bazl.admin.ch/dam/de/sd-web/Px7VHgJ4RYff/icao_doc_9734_safety_oversight_manual.pdf. Il Documento ribadisce la responsabilità degli Stati contraenti di regolamentare e supervisionare tutte le loro attività aeronautiche al fine di garantire la sicurezza, l'efficienza e la regolarità dei servizi aerei, come richiesto dagli artt. 37,12 e 38 della convenzione di Chicago.

[17] Il *safety oversight system* comprende vari elementi critici, compresa la legislazione, i regolamenti e le licenze del personale. Il fine è la gestione proattiva del rischio anziché la reazione all'incidente.

[18] L'attribuzione degli indirizzi di cui si discute potrebbe assurgere a punto di contatto tra la funzione civilistica dei registri aeronautici, stante la natura di bene mobile registrato dell'aeromobile (*arg. ex* art. 815 c.c.), e la funzione di mantenimento del *safety oversight system*. Il registro aeronautico ha infatti anche una funzione pubblicistica, in quanto punto di ingresso dell'aeromobile, al momento dell'immatricolazione, nel *safety oversight system*, alla cui tenuta partecipa l'Italia, quale Stato membro ICAO, per mezzo dell'Ente medesimo. Sulla natura duale del registro aeronautico si veda F. A. Querci, S. Pollastrelli, *Diritto della Navigazione*, 2023, Milano, spec. p. 262 ss., ove gli A. spiegano che, ai fini della certazione di conoscenza rappresentata dall'iscrizione dell'aeromobile nel registro, la P.A. prende cognizione dei dati materiali tecnico-giuridici che le consentono di esercitare il controllo sul bene aeromobile. Secondo tale orientamento, quindi, le trascrizioni riportate sul registro non hanno un carattere meramente privatistico volto alla certezza dei traffici giuridici e alla tutela dei terzi creditori, ma servirebbero altresì per "ottenere costantemente l'acclaramento continuo e completo delle vicende giuridiche, che si riferiscono al bene", *ibidem*, p. 263.

3. Assegnazione del Codice 24-bit e obbligatorietà del transponder

Il *transponder* è obbligatorio in Europa per talune categorie di aeromobile, ovverosia per quelli di MTOM superiore a 5700 kg, o con una velocità vera massima di crociera superiore a 250 nodi[19]. Tuttavia, ogni Stato membro, ai sensi del regolamento di esecuzione (UE) 923/2012 e ss.mm.ii., denominato Reg. SERA, acronimo di *Standardised European Rules of the Air*, può definire per il proprio territorio le *transponder mandatory zone* (TMZ), zone per sorvolare le quali sono obbligatori dotazione e impiego del trasponditore con il riporto dell'altitudine, a prescindere dalle caratteristiche tecniche dell'aeromobile (SERA.6005)[20].

Il trinomio identificativo dell'aeromobile in volo è formato dalle marche dell'aeromobile[21], dal codice 24-*bit* assegnato dall'Autorità per l'aviazione civile e dal codice attribuito al volo dall'ATC.

L'indirizzo 24-*bit* deve essere uno degli oltre sedici milioni (per la precisione 16.777.214) assegnati dall'ICAO allo Stato di registrazione o all'Autorità di registrazione comune (qualora l'aeromobile non sia registrato presso uno Stato membro per ragioni ricollegabili al suo impiego)[22], come prescritto nell'*Appendix* dell'*Annex* 10, Volume III[23].

---

[19] Il Reg. di esecuzione (UE) n. 1207/2011 della Commissione del 22 novembre 2011 "*che stabilisce requisiti di prestazione e interoperabilità per la sorveglianza del cielo unico europeo*" all'art. 5 ("Interoperabilità"), § 4, prevede che gli operatori si assicurino che siano equipaggiati con il transponder del radar secondario " *a) gli aeromobili che effettuano i voli di cui all'articolo 2, paragrafo 2, accompagnati da un certificato individuale di aeronavigabilità rilasciato per la prima volta a partire dall'8 gennaio 2015* […]; *b) gli aeromobili con una massa massima al decollo certificata superiore a 5700 kg, o con una velocità vera massima di crociera superiore a 250 nodi, che effettuano i voli di cui all'articolo 2, paragrafo 2, accompagnati da un certificato individuale di aeronavigabilità rilasciato per la prima volta a partire dall'8 gennaio 2015* […]; *c) gli aeromobili ad ala fissa con una massa massima al decollo certificata superiore a 5.700 kg, o con una velocità vera di crociera superiore a 250 nodi, che effettuano i voli di cui all'articolo 2, paragrafo 2, accompagnati da un certificato individuale di aeronavigabilità rilasciato per la prima volta a partire dall'8 gennaio 2015* […]".

[20] Il Reg. SERA si applica, senza eccezioni, nelle aree sovrastanti l'alto mare. Il reg. SERA del 2012 è stato innovato dal regolamento di esecuzione (UE) 2016/2120 della Commissione del 2 dicembre 2016, a sua volta ritoccato da interventi di aggiustamento per questioni di uniformità con il Doc. ICAO 4444, recante *Procedures for Air Navigation Services* (PANS) - *Air Traffic Management* (Doc 4444), 16th Edition, 2016. Sul Doc. ICAO 4444, si veda, più diffusamente, *infra*, § 5. Per l'Italia le *transponder mandatory zone* (TMZ)tali zone sono definite dal Regolamento ENAC "*Regole dell'aria Italia*", ed. 4, rev. 4, del 12 giugno 2025, in particolare alla RAIT.6005, recante "*Requisiti per comunicazioni, trasponditore di radar secondario e visibilità elettronica nello spazio aereo U-space*".

[21] La Convenzione di Chicago del 1944 all'art. 17 stabilisce che gli aeromobili hanno la nazionalità dello Stato in cui sono registrati. La disciplina uniforme per l'assegnazione delle marche di nazionalità e di registrazione è contenuta nell'*Annex* 7, recante *Aircraft Nationality and Registration Marks*. Secondo quanto stabilito dal §3 del medesimo *Annex*, le marche di nazionalità o marche comuni e quelle di registrazione sono costituite da un gruppo di caratteri. La marca di nazionalità indica lo Stato di registrazione dell'aeromobile. Essa (§3.3) è scelta dallo Stato interessato tra il primo o i primi due simboli dei tre che formano il nominativo radio assegnato dall'ITU (*International Telecommunication Union*) allo Stato stesso. In caso di marca comune, sono scelti caratteri tra quelli assegnati dall'ITU all'ICAO. Le marche di registrazione possono essere lettere, numeri o una combinazione di entrambi. Sono assegnate dallo Stato di registrazione. In Italia, per gli aeromobili iscritti presso il Registro Aeronautico Nazionale (RAN) tenuto dall'ENAC, alla marca di nazionalità "I", segue una combinazione di quattro lettere. Il Regolamento ENAC *Marche di nazionalità e di immatricolazione degli aeromobili civili*, ed. 1, del 10 luglio 2008 è consultabile all'indirizzo https://www.enac.gov.it/app/uploads/2024/04/Reg-Marche_aamm.pdf. Per gli aeromobili cd. ultraleggeri, dei quali si dirà, il cui registro è tenuto dall'Aero Club d'Italia, alla marca di nazionalità "I" segue una combinazione di quattro numeri o numeri e lettere.

[22] L'*Annex* 7 definisce la *Common mark registering authority quale "the authority maintaining the non-national register or, where appropriate, the part thereof, in which aircraft of an international operating agency are registered*", ovverosia l'autorità che tiene il registro non nazionale o, la parte di esso, in cui sono registrati gli aeromobili di un operatore internazionale.

[23] Tanto è stabilito al §9, *Annex* 10, Volume III. Nell'Appendice all'*Annex* è precisato che il codice non può essere composto da 24 zero. Qualora l'aeromobile venisse cancellato dal Registro, l'indirizzo dovrà essere restituito all'Autorità. È inoltre possibile chiedere l'assegnazione di un codice temporaneo all'ICAO qualora l'Autorità nazionale tardi nell'assegnazione. Lo stesso codice temporaneo non potrà essere impiegato per più di un anno (*Annex* 10, Volume III, §7).

Il codice *transponder* a 24-*bit*, assegnato dall'ENAC agli aeromobili immatricolati nel RAN al momento della "riserva marche" o dell'immatricolazione dell'aeromobile, è inserito nel *transponder* e impiegato nelle comunicazioni terra-bordo-terra. Quando interrogato, lo strumento trasmette l'identificativo univoco di quel determinato aeromobile (così non confondibile con altri), le cui tracce sono seguite, passo dopo passo, dal controllore del traffico aereo. In tal guisa, si potrà riscontrare la corrispondenza tra posizione dell'aeromobile e suo "piano di volo", ossia la rotta redatta dalla compagnia e approvata dall'ATM[24].
Un numero esiguo di codici 24-*bit* rientranti nel pacchetto ICAO sono assegnati da ENAV S.p.A. nell'alveo del sistema di Multilaterazione (MLAT).
Per quegli aeromobili che siano privi di un *transponder* capace di supportare il sistema ADS-B, il monitoraggio avviene tramite l'MLAT, in grado di calcolarne la posizione[25].
Nell'ambito del sistema di multilaterazione, i codici a 24-*bit* sono assegnati da ENAV S.p.A. ai veicoli impiegati sull'*apron* dal gestore aeroportuale. Ciò consente all'ATC di disporre di informazioni complete sul traffico, ancor più utili durante l'avvicinamento in condizioni di scarsa visibilità[26].

4. *Segue*. Assegnazione del codice transponder agli apparecchi VDS

L'assegnazione del codice *transponder* è prevista anche per gli apparecchi di volo da diporto o sportivo (VDS) cosiddetti "avanzati".
Il volo da diporto o sportivo, come è noto, è svolto per finalità ricreative e senza fini di lucro, e il suo soddisfacimento avviene tramite impiego di apparecchi particolari, che rispondono a precisi standard per peso, velocità, posti ecc.[27]. Tali apparecchi possono essere condotti soltanto di giorno e secondo le regole del volo a vista[28] e ad essi non si applicano le disposizioni del libro primo della parte seconda del codice della navigazione (*arg. ex* art. 1 L. 25 marzo 1985, n. 106).

[24] L'impiego del transponder consente di avvantaggiarsi di sistemi all'avanguardia per la gestione del traffico aereo, quali: a) l'*Arrival Manager* (AMAN), che supporta i controllori del traffico nella gestione dei voli nella fase di avvicinamento all'aeroporto di arrivo, da quando l'aeromobile si accinge a lasciare il livello di crociera per iniziare la discesa fino a quando è allineato alla pista di atterraggio. Tale ausilio al controllo del traffico è possibile grazie agli aggiornamenti forniti dal sistema radar, in unione a quelli di traiettoria (si veda https://www.enav.it/media/news/arrival-manager-da-oggi-operativo-anche-presso-milano-acc); b) il *Departure Manager* (DMAN), in grado di sincronizzare *pushback* e slot di decollo slot (che regolano, rispettivamente, la partenza di un aeromobile dal parcheggio e il momento esatto in cui può decollare in base al traffico aereo), così da ridurre code e tempi di rullaggio. In queste fasi l'acquisizione della posizione tramite *transponder* è fondamentale per ottenere le stime del tempo di arrivo in pista e generare sequenze e *target-time* di decollo.

[25] Il sistema ADS-B (acronimo di *Automatic Dependent Surveillance–Broadcast*) si basa sulla trasmissione dall'aeromobile della propria posizione, velocità, quota e altre informazioni derivate dal sistema di navigazione onboard, solitamente il GPS. Le trasmissioni avvengono in broadcast e possono essere ricevute da stazioni a terra e altri aeromobili equipaggiati.

[26] Secondo la definizione contenuta nell'*Annex* 14 ICAO, recante "*Aerodromes*", per apron si intende "*a defined area, on a land aerodrome, intended to accommodate aircraft for purposes of loading or unloading passengers, mail or cargo, fuelling, parking or maintenance*".

[27] I mezzi impiegati per il volo da diporto o sportivo sono eterogenei. Oltre ai mezzi dotati di motore (apparecchi VDS) e a quelli "avanzati", ovverosia apparecchi a motore rispondenti ad ulteriori requisiti tecnici fissati dall'art. 8 del DPR n. 133/2010, le attività sportive possono essere svolte anche con apparecchi per il volo libero, quali il deltaplano, ovvero il parapendio od ogni altro mezzo privo di motore con decollo a piedi, avente le caratteristiche tecniche di cui all'allegato alla L. 25 marzo 1985, n. 106. Si veda M.M. Comenale Pinto, B. Franchi, U. La Torre, F. Pellegrino, E.G. Rosafio, *op. cit.*, p. 68.

[28] Gli interventi normativi richiamati hanno elevato la MTOM per alcune categorie di VDS. Si veda la nota che segue.

Gli apparecchi di cui trattasi, che siano privi di motore (come l'aliante), ovvero che ne siano dotati (come il deltaplano a motore o l'ultraleggero), devono comunque rispondere alle caratteristiche tecniche di cui all'allegato alla L. 25 marzo 1985, n. 106, quale risulta dal decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 22 novembre 2010 n. 133 (Nuovo regolamento di attuazione della legge 25 marzo 1985, n. 106), parzialmente sostituito dal decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti del 10 dicembre 2021[29].

Tra gli apparecchi a motore, rientranti nei VDS, ricade la *species* di quelli "avanzati", identificati (ossia registrati dai soggetti competenti) negli Stati di appartenenza. Le caratteristiche tecniche degli "avanzati" rispondono a standard almeno equivalenti a quelli degli allegati tecnici II, III, IV e V del DPR 9 luglio 2010, n. 133, relativo alla disciplina del volo da diporto o sportivo.

Secondo il D.P.R. 133/2010, i VDS "avanzati" (come gli ultraleggeri a tre assi, al massimo biposto ed entro il peso di 600 kg, o 650 kg, se destinati a operare in acqua) sono dotati di radio VHF con banda di frequenza assegnata[30], di transponder in modalità A + C o S o superiore nonché di dispositivo ELT (*Emergency Locator Transmitter*, ovverosia il trasmettitore di localizzazione d'emergenza) di tipo automatico[31].

[29] Il D.M. MIT del 10 dicembre 2021 adegua il D.M. 22 novembre 2010 al mutato quadro normativo. In particolare, esso tiene conto dell'art. 2, §8, del Reg. (UE) 2018/1139 del Parlamento europeo e del Consiglio del 4 luglio 2018, rispetto all'esenzione dall'applicazione dello stesso di determinate categorie di aeromobili. L'ENAC, con le comunicazioni prot. n. DG14/10/2020-0099289-P e n. DG-03/02/2021-0012189-P, quale autorità competente per l'aviazione civile in Italia, ha notificato alla Commissione Europea e all'EASA la decisione di esenzione (cosiddetto "*opt-out*"), e, ai sensi del richiamato art. 2, §8, del Reg. (UE) n. 2018/1139, ha escluso dall'applicazione dello stesso regolamento europeo le attività di progettazione, produzione, manutenzione ed esercizio per le seguenti categorie di aeromobili: a) gli aeroplani, diversi da quelli senza equipaggio, al massimo biposto, la cui velocità misurabile di stallo o la velocità costante di volo minima in configurazione di atterraggio non superi i 45 nodi di velocità calibrata e con una MTOM, registrata dallo Stato membro, non superiore a 600 kg per gli aeroplani non destinati all'impiego sull'acqua o a 650 kg per gli aeroplani destinati all'impiego sull'acqua; b) gli elicotteri, diversi dagli elicotteri senza equipaggio, al massimo biposto e con una MTOM registrata dallo Stato Membro non superiore a 600 kg per quelli non destinati all'impiego sull'acqua o a 650 kg per quelli destinati all'impiego sull'acqua; c) gli alianti, diversi dagli alianti senza equipaggio, e i motoalianti, diversi dai motoalianti senza equipaggio, al massimo biposto e con una MTOM, registrata dallo Stato membro, non superiore a 600 kg. Nella categoria "velivoli" (aeroplano idrovolante o anfibio), quindi, il vigente decreto esclude quelli senza equipaggio; essi devono essere al massimo biposto e il MTOM non deve superare i 600 kg per veicoli non destinati ad impiego sull'acqua o 650 kg se destinati a tale impiego. Le stesse specifiche di peso e impiego sono previste per gli elicotteri, sempre che siano non più che biposto e con esclusione di quelli senza equipaggio. Alianti e motoalianti (esclusi quelli senza equipaggio) e al massimo biposto devono avere un MTOM entro i 600 kg., e lo stesso vale per Autogiro monoposto e biposto). I Paracadute a motore, al massimo biposto, devono avere una MTOM non superiore a 300 kg per i monoposto e 450 kg per i biposto.

[30] La banda di frequenza è assegnata ai sensi del D.M. 8 luglio 2002, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 20 luglio 2002 n. 69, recante "Approvazione del piano nazionale di ripartizione delle frequenze".

[31] Detti apparati, specifica la norma richiamata nel testo, sono conformi alle prescrizioni contenute nei regolamenti nazionali o comunitari in tema di interoperabilità nonché alle relative prescrizioni di aeronavigabilità e sicurezza in quanto applicabili.

Tutti gli apparecchi VDS devono conformarsi alle Regole dell'aria e degli altri regolamenti applicabili agli spazi aerei impegnati, emanati dall'ENAC[32]. Gli apparecchi avanzati, dal canto loro, possono presentare piano di volo e attenersi anche alle prassi operative concordate tra l'Aero Club d'Italia (di seguito AeCI) e il fornitore di servizi di traffico aereo competente[33].

Per la condotta degli apparecchi avanzati è necessaria l'abilitazione all'apparecchio biposto (con almeno 30 ore di volo come responsabile) e aver superato un anno dall'abilitazione stessa. Il pilota avanzato potrà *a*) fruire dei servizi di navigazione aerea e, *b*) volare nello spazio aereo consentito per il volo VFR[34]. Se l'attività volativa è attuata negli spazi aerei ove i servizi di traffico sono erogati da ENAV S.p.A., i VDS non sono autorizzati a svolgerla in modalità "VFR speciale"[35]. In conformità a regole e procedure locali, gli apparecchi avanzati posso utilizzare tutti gli aeroporti non certificati[36] e le aviosuperfici. Ne è interdetto il traffico su tutti gli altri aeroporti.

Il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 22 novembre 2021 conferma il vigore delle norme e degli allegati tecnici previsti dal D.P.R. 133/2010, e, onde garantire la corrispondenza "a standard di sicurezza e qualità delle dichiarazioni rese dai costruttori e proprietari degli aeromobili per il volo da diporto o sportivo di cui alla l.106/85 […]", l'Aero Club d'Italia attua vigilanza, verifiche e controlli, secondo l'art.7 comma 4 DPR 133/2010[37]. Si tratta di una rilevante prerogativa dell'Aero Club d'Italia, che è anche tenutario del registro degli apparecchi per il volo da diporto o sportivo. Per i VDS "avanzati" l'AeCI assegna il codice identificativo a 24-*bit* ICAO al momento della "prima identificazione"[38].

---

[32] E, comunque, fuori dalle nubi ed in condizioni meteorologiche di visibilità "tali da consentire il continuo riferimento visivo con il suolo, l'acqua, gli ostacoli e l'eventuale presenza di ogni altro tipo di traffico aereo" (*arg. ex* art. 9 DPR 133/2010).

[33] L'Aero Club d'Italia (AeCI) è un ente di diritto pubblico sottoposto alla vigilanza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, del Ministero della Difesa, del Ministero dell'Economia e delle Finanze, dalla Presidenza del Consiglio dei ministri e del Ministero dell'Interno. Costituisce l'unica Federazione del settore in seno al Comitato Olimpico Nazionale Italiano (CONI), secondo quanto previsto dall'art. 27 del D.P.R. 28 marzo 1986, n.157 dal D. lgs. 23 luglio 1999, n. 242. L'AeCI rappresenta l'Italia presso la Federazione Aeronautica Internazionale (F.A.I.). Il D.P.C.M. 20 ottobre 2004, all'art. 3 dell'All. 1, chiarisce gli scopi dell'AeCI, compresa la formazione aeronautica della gioventù, la diffusione della cultura aeronautica e lo studio delle relative questioni; tra le finalità dell'AeCI ricadono, inoltre, sviluppo del turismo e dello sport aereo.

[34] Si richiede inoltre il certificato di radiotelegrafista aeronautico. Per le comunicazioni aria/terra con gli enti ATS, il pilota in possesso della qualifica di pilota VDS avanzato dovrà comunicare in lingua italiana o inglese e far precedere la chiamata dal termine "*ultralight*" o "*ultraleggero*". Per le specifiche si veda https://aeronauticalinformation.it/index.php/2022/06/04/apparecchi-vds-avanzati/.

[35] Ossia all'interno di una CTR o di una ATR, anche se la visibilità al suolo è inferiore a 5 Km o il ceiling è inferiore a 1550 ft.

[36] Gli aeroporti impiegabili sono elencati in AIP AD 1.3-2, consultabile in https://www.aeci.it/upload/files/aeroporti-aperti-%20VDS.Avanzato-AD-1-3.pdf.

[37] L'Aero Club d'Italia potrà avvalersi (anche in accordo con il Ministero dei trasporti e con l'Autorità Aeronautica (ENAC) e con il Ministero della Difesa), "di ditte certificate, di professionisti del settore, di personale reso disponibile dal MIMS e dal Ministero della Difesa o di proprio personale": così si legge nel citato Decreto 22 novembre 2021.

[38] Secondo l'art. 5 del richiamato D.P.C.M. 20 ottobre 2004, presso l'Aero Club d'Italia, e a sua cura, sono tenuti: a) il registro per l'iscrizione degli aeromobili civili ai fini dell'art. 4 della legge 29 maggio 1954, n. 340; b) il registro matricolare per l'iscrizione degli alianti a norma dell'art. 753 del codice della navigazione; c) il registro delle certificazioni e delle targhe di identificazione degli apparecchi per il volo da diporto o sportivo (VDS), a norma del DPR 5 agosto 1988 n. 404 e successive modificazioni e integrazioni. La L. 640/1954 è stata abrogata dal D.P.R. 9 luglio 2010 n. 133, recante *Nuovo regolamento di attuazione della legge 25 marzo 1985, n. 106, concernente la disciplina del volo da diporto o sportivo*. L'art. 7 di tale DPR prevede che sono ammessi alla navigazione sul territorio nazionale gli apparecchi VDS muniti di motore, idonei secondo la relativa regolamentazione tecnica, che siano iscritto presso il registro tenuto dall'AeCI, nonché gli apparecchi VDS dotati di motore iscritti nei registri degli Stati membri dell'Unione europea. A norma dell'art. 8 del DPR 133/2010, "*è attribuita la qualifica di apparecchi avanzati agli apparecchi VDS a motore di cui all'allegato alla legge 25 marzo 1985, n. 106, identificati negli Stati di appartenenza, aventi caratteristiche tecniche conformi a standard tecnici almeno equivalenti a quelli di cui agli allegati tecnici II, III, IV e V facenti parte integrante del presente regolamento*". Lo stesso art. 8, comma 4, prescrive, quanto al codice *transponder*, che l'ENAC comunica all'AeCI i codici binari identificativi che, a cura del proprietario dell'apparecchio avanzato, sono correttamente inseriti nel *transponder* in modalità S. L'Aero Club d'Italia, su istanza del proprietario dell'apparecchio avanzato, assegna un codice binario abbinandolo all'identificativo dell'apparecchio del richiedente. Si veda il modulo di richiesta da produrre all'Aeroclub d'Italia consultabile all'indirizzo https://www.aeci.it/upload/files/44%20domanda%20prima%20identificazione%20apparecchio%20avanzato.pdf.

Per i VDS basici non è prevista l'obbligatorietà del *transponder* e ne consegue che ad essi non può attribuirsi il codice identificativo ICAO. Tali apparecchi possono circolare nello spazio aereo non controllato, tenendosi a debita distanza dagli aeroporti, senza sorvolare agglomerati di persone e aree sensibili[39]. Per sopperire alla mancanza di trasmettitori, è inoltre prescritto che il pilota comunichi rotta e destinazione alla base di partenza o ad una terza persona, così da garantire l'avvio delle operazioni di ricerca e di soccorso in caso di necessità (art. 4, comma 5)[40].

La *ratio legis* è volta alla tutela dal rischio, insito nella fase volativa degli apparecchi basici. La mancata previsione dell'obbligatorietà del *transponder* (e, conseguentemente, dell'attribuzione del relativo codice identificativo), crea un certo disallineamento in termini di sicurezza rispetto alla più stringente disciplina prevista per gli apparecchi avanzati[41].

[39] Es. le caserme, esplicitamente richiamate nel decreto.

[40] Piuttosto che un'indicazione *de relato* sulla rotta battuta da tali apparecchi, sarebbe forse preferibile equipaggiarli con il trasponditore ai fini del loro monitoraggio, per ovvie esigenze di pubblica sicurezza e, in caso di emergenza, per rendere più rapide le attività di *search end rescue*.

[41] Non è materialmente possibile dotare di *trasponder* l'eterogenea categoria degli apparecchi basici. Nondimeno, estendere, ove possibile, la collocazione di questo strumento sul maggior numero di apparecchi basici potrebbe rivelarsi utile per rafforzare il valore della sicurezza.

5. La Minimum Equipment List

L'*Annex* 6, *Operation Of Aircraft - Part I - International Commercial Air Transport – Aeroplanes*, alla Convenzione di Chicago (12th *Edition, July* 2022), stabilisce, al § 6.1, che l'*operator* deve includere nell'*operation manual* – la cui consultazione è obbligatoria per l'equipaggio, in primis per il comandante – una lista degli equipaggiamenti indispensabili. Si allude alla *Minimum Equipment List*, di seguito "MEL"[42].

L'elenco necessita dell'approvazione dello Stato dell'esercente, mentre i singoli operator sono responsabili della predisposizione di MEL che assicurino un adeguato livello di *safety* (sul punto si veda l'allegato C all'*Annex* 6, § 4).

A norma del richiamato *Annex* 6, § 4.3, il *pilot* in *comand* (abbreviato con l'acronimo PIC) deve controllare le apparecchiature indicate nella MEL ed è responsabile del loro impiego. Il volo (sempre secondo *l'Annex* 6, supra richiamato, § 4.3.1.) non potrà essere iniziato finché non saranno completati moduli di preparazione specifici. Essi attestano che il PIC si è accertato che strumenti ed equipaggiamenti prescritti nel *Chapter* 6 siano installati, funzionanti e sufficienti per il particolare tipo di attività da imprendere[43].

Tali prescrizioni irrobusticono la sicurezza e si ricollegano anche all'*Annex* 2, *Rules of the Air* (11th Edition, July 2024), alla Convenzione di Chicago, il cui *Chapter* 3, § 3 (*Negligent or reckless operation of aircraft*) prevede che "*an aircraft shall not be operated in a negligent or reckless manner so as to endanger life or property of others*".

Sul piano europeo, l'*Annex* 2, come è noto, è recepito dal citato Reg. SERA. Tra le finalità del SERA quella di elevare il livello sicurezza tra gli Stati membri tramite l'adozione di standard comuni più rigorosi. Tale risultato è stato ottenuto anche uniformandosi a parte degli Annex ICAO 2, 3 e 11, oltre che riformulando di una parte del Doc. ICAO 4444[44].

Il SERA.3101, nel ripetere pedissequamente il testo dell'*Annex* 2, *Chapter* 3, § 3, ribadisce l'inammissibilità di trascuratezze e negligenze da parte del pilota nella condotta dell'aeromobile[45].

---

[42] Secondo l'*Annex* 6, *Chapter* 1, per MEL si intende "*a list which provides for the operation of aircraft, subject to specified conditions, with particular equipment inoperative, prepared by an operator in conformity with, or more restrictive than, the MMEL established for the aircraft type*" ( ). A sua volta, la MMEL (acronimo di *Master Minimum Equipment List*), è definita dallo stesso *Annex* come "*a list established for a particular aircraft type by the organization responsible for the type design with the approval of the State of Design containing items, one or more of which is permitted to be unserviceable at the commencement of a flight* […]".

[43] Così è previsto nell'*Annex* 6, § 4.3.1, lett. b).

[44] Le Regole dell'Aria europee, infatti, riproducono parte degli *Annex* 2, 3 e 11 alla Convenzione di Chicago – recanti, segnatamente, *Rules of the Air, Meteorogical Service for International Air Navigation e Air Traffic Services* – e parte del Doc. ICAO 4444, che è un testo attuativo, di oltre 400 pagine (giunto, nella vigente versione del 2016, alla XVI edizione), complementare a *Standard* e Pratiche Raccomandate dei citati *Annex* 2 e 11. Tali regole sono integrate, ove necessario, da procedure regionali, contenute nel Doc. 7030, *Regional Supplementary Procedures* (Doc 7030), 5th Edition, 2008.

[45] Si riporta il testo del Reg. SERA.3101 "Condotta dell'aeromobile in maniera negligente o imprudente", il quale stabilisce che "*un aeromobile non deve essere condotto in modo negligente o imprudente tale da mettere a repentaglio la vita o i beni dei terzi*". Si può aggiungere che in caso di guasto o malfunzionamento del trasponditore il volo, del quale il *pilot in command* è primo responsabile, non dovrebbe iniziare, salvo qualche temperamento, giustificato da casi particolari, di cui si dirà nel successivo paragrafo.

Da questa breve esposizione si evince che il comandante deve farsi carico, prima del decollo, di controllare il regolare funzionamento degli equipaggiamenti minimi, compreso il *transponder*. In caso di omissione, il pregiudizio per la sicurezza del volo appare evidente, poiché guasti e malfunzionamenti del dispositivo potrebbero inficiare l'intero sistema di controllo del traffico aereo, con negative ricadute in tema di sicurezza per l'aeromobile e per quelli che incontrerà lungo la rotta[46].
Una indiretta conferma della rilevanza delle dotazioni ricomprese nella *Minimum Equipment List* si ricava dall'art. 1215 c. nav. Tale articolo, sotto la rubrica "partenza di nave o di aeromobile in cattivo stato di navigabilità", punisce con l'arresto da un mese a un anno ovvero con l'ammenda da euro 516,00 a euro 1.032,00 l'esercente che faccia partire l'aeromobile che non si trovi in stato di navigabilità, o a cui manchi taluna delle dotazioni prescritte[47].

[46] Il divieto di imprendere le operazioni di volo senza gli equipaggiamenti facenti parte della MEL funzionanti è ribadito nel Reg. (UE) n. 965/2012 della Commissione del 5 ottobre 2012 *che stabilisce i requisiti tecnici e le procedure amministrative per quanto riguarda le operazioni di volo ai sensi del regolamento (CE) n. 216/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio*. Il Regolamento, al Capo D, Sez. 1, CAT.IDE.A.105, recante *Equipaggiamento minimo per il volo*, prescrive che "*un volo non può essere iniziato nel caso in cui uno degli strumenti del velivolo o uno degli equipaggiamenti o delle funzioni richieste per il volo sia inoperativo o mancante, a meno che: a) il velivolo sia utilizzato conformemente alla MEL dell'operatore; o b) l'operatore sia approvato dall'autorità competente a operare il velivolo entro i limiti della lista degli equipaggiamenti minimi di riferimento (MMEL)*".

[47] Per qualche cenno si veda A. Lefebvre D'Ovidio, G. Pescatore, L. Tullio, *Manuale di diritto della navigazione*, XVI ed., Milano, 2022, p. 846 ss.

6. Impiego del *transponder* e possibili avarie

Il Regolamento di esecuzione (UE) 2023/1770 della Commissione del 12 settembre 2023[48] stabilisce le regole operative sull'uso dello spazio aereo e i requisiti relativi agli impianti di bordo necessari per l'esercizio del volo all'interno del cielo unico europeo in condizioni di sicurezza.

La sfera di applicazione (art. 1, comma 2) riguarda gli operatori di aeromobili immatricolati in uno Stato membro, ovvero impiegati da un operatore ivi stabilito, oppure ivi esercitati da un operatore di un Paese terzo, impiegati per il traffico aereo generale in entrata, all'interno o in uscita dallo spazio aereo del cielo unico europeo[49].

Lo stesso Reg. (UE) 2023/1770 fissa, nel suo Allegato 2, *Sorveglianza*, parte SUR (AUR.SUR.2015 "*Transponder con indirizzo di aeromobile ICAO a 24 bit*") i requisiti inerenti agli impianti di bordo e le regole per l'uso dello spazio aereo europeo. È così stabilito che "*gli operatori di aeromobili devono assicurarsi che tutti i transponder funzionanti in modo S siano montati a bordo dei loro aeromobili e operino con indirizzo di aeromobile ICAO a 24-bit corrispondente all'immatricolazione assegnata dallo Stato in cui l'aeromobile è immatricolato*". Gli esercenti, inoltre, dovranno conformare procedure e *operation manuals* alle previsioni fissate nel medesimo regolamento (AUR.SUR.2020).

L'equipaggio deve essere formato per l'utilizzo del *transponder*, il cui impiego riguarda aeromobili adibiti a trasporto commerciale, elicotteri, aeromobili militari, di aviazione generale e taluni UAS[50].

---

[48] Regolamento "*recante disposizioni sugli impianti di bordo necessari per l'utilizzo dello spazio aereo del cielo unico europeo e sulle regole operative relative all'uso dello spazio aereo del cielo unico europeo e che abroga il regolamento (CE) n. 29/2009 e i regolamenti di esecuzione (UE) n. 1206/2011, (UE) n. 1207/2011 e (UE) n. 1079/2012*".

[49] Le categorie di aeromobili ricomprese nel dettato dell'art. 2, paragrafo 1, lettera b), punti i) e ii), e lettera c) del regolamento (UE) 2018/1139 sono "*i) immatricolato[i] in uno Stato membro, purché e nella misura in cui lo Stato membro non abbia trasferito le proprie competenze in applicazione della convenzione di Chicago ad un paese terzo e l'aeromobile non sia operato da un operatore di aeromobili di un paese terzo; ii) immatricolato[i] in un paese terzo e impiegato da un operatore di aeromobili stabilito, residente o avente il luogo principale delle attività in un territorio cui si applicano i trattati; c) all'esercizio di aeromobili in entrata, all'interno o in uscita dal territorio cui si applicano i trattati da parte di un operatore di aeromobili di un paese terzo"*.

[50] Il *transponder*, come abbiamo visto nel testo (§ 2), si interfaccia con il controllo del traffico aereo e le risposte dell'apparecchiatura alle interrogazioni dei radar di terra consentono di verificare posizione dell'aeromobile, coerenza con il piano di volo ed eventuali difformità rispetto ad esso. Abbiamo anche osservato (v. retro par. 1) che, secondo l'art. 28 della Convenzione di Chicago del 1944, ogni Stato contraente deve, nel proprio territorio, stabilire i servizi di assistenza al traffico. Si deve aggiungere che gli obbiettivi dell'*Air Traffic Services* sono richiamati nell'*Annex* 11, *Chapter* 2.2. Essi sono integrati dal Doc. ICAO 4444, recante *Procedures for Air Navigation Services* (PANS) - *Air Traffic Management*, 16th Edition, 2016, consultabile nel in https://www.bazl.admin.ch/dam/en/sd-web/jMIWMg9YgaoW/4444_cons_en.pdf. Il Doc. ICAO 4444 regola le comunicazioni aria-terra anche in caso di interferenza illecita e allarme bomba. È corredato da note esplicative del testo ed aggiornato ai progressi tecnologici, alle misure proattive e di attenuazione del rischio in caso di emergenza a bordo, compresa l'interferenza illecita. Nessuna sorpresa, quindi, se il Doc. ICAO 4444 disciplina anche gli *squawk code*, codici identificativi univoci composti da quattro cifre inseriti dal pilota nel *transponder*.

Malfunzionamenti e avarie del *transponder* non sfuggono alla regolazione di dettaglio: si allude al Doc. ICAO 4444, *Procedures for Air Navigation Services (PANS) - Air Traffic Management*, che contiene procedure e pratiche raccomandate relative, tra le altre, alla disciplina degli *Annex* 2 e 11. Il Doc. ICAO 4444, alla *Section* 8.8.3, tratta l'avaria del *trasponder*.

In caso di guasto post partenza in un'area in cui è obbligatorio che il *transponder* sia efficiente (si vedano il § 8.8.3.3.1 e il § 8.8.3.3.2), gli enti ATC interessati devono consentire al volo di proseguire fino all'aeroporto del primo atterraggio previsto nel piano di volo. Ove ciò non fosse possibile (come potrebbe avvenire, ad es., in caso di guasto subito dopo il decollo), può essere richiesto al comandante di atterrare nuovamente all'aeroporto di partenza, ovvero presso quello più vicino.

Prima della partenza, invece il Doc. ICAO 4444 (si vedano i § 8.8.3.3.2), stabilisce che, se il *trasponder* non fosse riparabile *in loco*, potrebbe concedersi al PIC di raggiungere l'aeroporto più vicino per il ripristino dello strumento[51].

Il Reg. SERA.13020 disciplina l'avaria al *transponder* nel caso di obbligatorietà dello stesso[52]. L'ATC, in caso di guasto successivo al decollo, deve tentare di far proseguire l'aeromobile verso l'aeroporto di destinazione individuato nel *flight plan*, fatte salve specifiche restrizioni cui i piloti dovranno attenersi. Se il guasto non può essere riparato prima della partenza, i piloti devono informare l'ATC, possibilmente prima della presentazione del piano di volo, e indicare nel modulo ICAO l'inutilizzabilità totale o parziale del *transponder*[53].

Dal confronto tra normativa internazionale e unionale, il Reg. SERA pare orientato verso il proseguimento del volo rispetto a quanto previsto nel Doc. ICAO 4444, che, nel prevedere (almeno tendenzialmente) il divieto di involo o il rientro dell'aeromobile presso l'aeroporto di partenza, appare improntato a criteri più restrittivi[54]. La differenza tra disciplina internazionale e unionale discende, forse, dall'adattamento degli standard ICAO al più elevato grado tecnologico disponibile per la rete del controllo del traffico aereo europea. Essa, con le cautele di cui si è detto, consente di preservare il valore della sicurezza, conciliandolo con il proseguimento del volo.

[51] Lo stesso Doc. ICAO 4444, sempre al § 8.8.3.3.2, specifica che nel concedere l'autorizzazione a tali aeromobili, l'ATC dovrebbe prendere in considerazione la situazione del traffico esistente (o prevista) e potrebbe dover modificare l'orario di partenza, l'altitudine del volo o la rotta del volo previsto, oltre ad adottare ulteriori aggiustamenti in corso di viaggio. A livello nazionale, la disciplina è dettata dal Reg. ENAC "Regole dell'aria Italia", ed. 4, rev. 4, del 12 giugno 2025, ove la RAIT.13020 regola la "avaria al transponder SSR quando è obbligatoria la dotazione di un transponder funzionante", con previsioni analoghe a quelle illustrate nel DOC ICAO 4444, adeguate al contesto nazionale.

[52] Recante "*Avaria al transponder SSR quando è obbligatoria la dotazione di un transponder funzionante*".

[53] Coerentemente. il SERA.13020 stabilisce che i medesimi piloti dovranno inoltre chiedere l'esenzione dall'applicazione delle procedure, ove le stesse stabiliscano che per volare nelle aree interessate l'aeromobile sia dotato di *transponder* funzionante.

[54] Nel Doc. ICAO 4444 è stabilito (si allude al §8.8.3.3.1), come abbiamo osservato, in determinate situazioni, compresa l'avaria diagnosticata subito dopo l'involo, la navigazione aerea potrebbe essere preclusa.

7. *Transponder* e codici *squawk*

Se dalle interrogazioni bordo-terra l'aeromobile risulta fuori rotta, tanto che devii significativamente dal programmato percorso ovvero che riporti di non avere consapevolezza della propria posizione, il medesimo aeromobile è classificabile come "*strayed*". Il Reg. SERA.11010 (Aeromobile fuori rotta (*strayed*) o di identità non determinata), prevede, lettera c), che, "nel caso di un aeromobile fuori rotta ("*strayed*") o non identificato, si deve tener conto della possibilità che […] possa essere soggetto a interferenza illecita"[55]. Se l'aeromobile è fuori rotta, la sua individuazione avviene tramite segnale *transponder*; se il velivolo è "*unidentified*", potrebbe invece esserne privo. In entrambi i casi, la competente autorità designata dallo Stato deve essere immediatamente informata, in conformità alle procedure concordate localmente.

L'aeromobile, sia esso classificato come "*strayed*" o come "*unidentified*", è comunque sospettato di essere sotto interferenza illecita. Consequenziale che l'ente dei servizi di traffico aereo debba, senza indugio, avvertire gli altri enti ATC eventualmente coinvolti e la competente autorità designata dallo Stato, in conformità alle procedure locali. Se il fatto avviene nello spazio aereo italiano, ENAV S.p.A. deve allertare le competenti strutture dell'Aeronautica Militare. Per l'aeromobile "*strayed*" o "*unidentified*", il rischio di intercettazione, nei casi più gravi, potrebbe divenire ineluttabile.

L'impiego del trasponditore comprende anche la segnalazione di emergenze a bordo. Il dispositivo è infatti dotato di tastiera alfanumerica per consentire al personale di digitare i codici di navigazione, ovvero, secondo l'*Annex* 10 (§ 2.1.4) alla Convenzione di Chicago: 7700 per l'emergenza generica (compresa quella sanitaria), 7600 per avaria radio (guasto all'apparecchiatura), e 7500 per "*unlawful interference*", ovvero interferenza illecita, ipotesi nelle quali ricadono l'impossessamento, la presa di ostaggi, l'allarme bomba ecc.[56].

I codici di cui si discute sono denominati "*squawk code*", e servono a comunicare una situazione critica a bordo dell'aeromobile. Una volta che il pilota ha formato i 5 numeri sulla tastiera del *trasponder* (sempre che abbia la possibilità di farlo, ipotesi per nulla scontata se l'aeromobile fosse sotto illecito impossessamento) ed inviato l'avviso, lo stesso non può essere smentito da contrarie comunicazioni[57].

---

[55] Il Reg. SERA.11010 in questo riprende anche parte del Doc. ICAO 4444, PANS-ATM, § 15.5 (in particolare § 15.5.1, "*strayed or unidentified aircraft*"). In arg. vedi U. La Torre, *Aircraft pilotage*, in *Dir. Mar*., 2015, p. 267 ss., spec. p. 270 ss.

[56] La segnalazione dello stato di interferenza illecita è regolata dal SERA.11005, ove alla lettera aa) è previsto che l'aeromobile soggetto a interferenza illecita deve cercare di impostare il transponder sul Codice 7500 e avvisare l'ente ATS competente di ogni circostanza significativa a ciò associata nonché di ogni deviazione dal piano di volo in vigore resa necessaria dalle circostanze, al fine di consentire all'ente ATS medesimo di dare priorità all'aeromobile e ridurre al minimo i conflitti con altri aeromobili.

[57] In una logica prudenziale volta alla sicurezza quale primario e irrinunciabile valore, la ritrattazione non ha alcun rilievo e lo squawk code attiva procedure improntate alla massima urgenza. Esse saranno veicolate dall'ATC all'esercente e alle competenti autorità, civili e militari, sulla terraferma. Le misure difensive saranno annullate soltanto quando la situazione critica sarà riportata alla normalità. Sulla irretrattabilità del codice di emergenza si veda U. La Torre, *Codice squawk 7500 e il cosiddetto procurato allarme nel diritto della navigazione aerea, Riv. Dir. nav.*, 2023, II, p. 699 ss., in part. p. 722 ss. Nelle AIP Italia del 27 luglio 2023, nella regola ENR 1.13.1.2, rubricata "Procedure", in nota, si legge che "*il pilota che abbia inserito il Codice 7500 su Modo A e al quale ATC richieda di confermare tale codice […] dovrà confermare tale codice oppure non rispondere. L'assenza di risposta […] non dovrà essere considerata dall'ATC come una errata selezione del Codice 7500*". Si veda https://onlineservices2.enav.it/enavWebPortalStatic/meteo/workshop/AIC_A_2008_13.pdf. Si comprende che l'incombente pericolo potrebbe rendere disagevole il preciso invio del codice *squawk* dedicato, cosicché l'aeromobile è sospetto di trovarsi nella situazione peggiore, ossia illecito impossessamento, e solo successive attività investigative potranno fugare perplessità e dubbi. Gli *squawk* code rappresentano, su scala mondiale, una metodologia comunicativa condivisa sul piano uniforme, coerente ai principi previsti dall'art. 28 della Convenzione di Chicago. La terminologia con la quale si segnala l'emergenza è espressa in 5 numeri che hanno un contenuto specifico ben conosciuto da chi, sia esso componente dell'equipaggio, di condotta o di cabina, controllore del traffico aereo ecc., operi nel mondo aeronautico. L'invio del codice si concentra, senza alternative, verso il massimo grado di prevenzione. Pertanto, se trasmesso dall'aeromobile e ricevuto, in tempo reale, dall'ATC, scattano le procedure difensive che allertano le autorità a terra, compresi agli apparati preposti alla difesa dello Stato.

8. *Transponder* e dispositivi anticollisione

L'incidente tra due aeromobili civili avvenuto nel cielo di Überlingen, sovrastante il lago di Costanza, il 1°luglio 2002 è stato causato dalle fuorvianti indicazioni somministrate dal controllore del traffico aereo, discordanti rispetto a quelle, corrette, fornite dai dispositivi anticollisione ACAS, *Airborne Collision Avoidance System*, in dotazione dei due aeromobili[58].

La drammatica esperienza, nella quale alcuno tra gli occupanti dei due aeromobili ha avuto salva la vita, ha dimostrato che tali tecnologie, in contesti ad alto rischio collisione, offrono prestazioni migliori rispetto al controllo del traffico aereo tradizionale, erogato tramite informazioni somministrate dall'operatore ATC. Da allora in poi l'installazione dell'ACAS e delle sue successive evoluzioni è stata resa obbligatoria per un numero via via crescente di aeromobili.

Le versioni moderne del sistema anticollisione, come il TCAS II (*Traffic Collision Avoidance System*, versione 7.1 o ACAS Xa) sono obbligatorie su molti aeromobili per garantire la separazione verticale in volo[59]. In particolare, dal 1° dicembre 2015, tutti i velivoli a turbina che hanno una MTOM supe-

[58] Il 1° luglio 2002, alle ore 21.35, nel cielo di Überlingen, sovrastante il lago di Costanza, al confine tra Germania e Svizzera, transitavano il *Tupolev* del vettore *Baskirian Airlines*, con a bordo 69 persone tra passeggeri ed equipaggio, e il *Boeing* 757-23APF cargo della DHL, con a bordo pilota e copilota. Allertato dal comandante del *Tupolev*, preoccupato dagli avvisi degli apparati anticollisione, il controllore del traffico svizzero, da Zurigo, erogava indicazioni, contrastanti con la risoluzione ACAS. Le indicazioni del controllore della *Skyguide*, società privata svizzera, con sede a Zurigo, responsabile del monitoraggio dei cieli elvetici e di quelli di alcuni Paesi confinanti, si rivelano, purtroppo erronee. Pertanto, l'aeromobile passeggeri seguiva le indicazioni del controllore e scendeva di quota di mille piedi, mentre il pilota dell'aeromobile della DHL impostava la prua sulla base della risoluzione dell'ACAS e saliva di quota. In tal modo gli aeromobili finivano per allinearsi l'uno con l'altro e nell'impatto perdevano la vita tutte le 71 persone coinvolte. In dottrina si veda M. M. Comenale Pinto, *Sistemi di bordo anticollisione e relative problematiche giuridiche, in Studi in onore di Leanza*, III, Napoli, 2008, p. 1593 ss., spec. p. 1598. A distanza di qualche anno un uomo, che nell'incidente aveva perso la moglie e i due figli, passeggeri del volo della *Baskirian Airlines*, accoltellava a morte il controllore del traffico aereo. Per qualche cenno cfr. U. La Torre, *Aircraft pilotage*, cit., p. 267 ss., in part., p. 278, testo e nota n. 31.

[59] Il sistema è basato sui segnali del *transponder radar* di sorveglianza secondaria (SSR). Agisce indipendentemente dai servizi ATC e si pone quale ultima barriera di *safety* per la mitigazione del rischio di *midair collision*. Esso interroga i *transponder* in Mode C e Mode S installati sugli aeromobili vicini (denominati "intrusi"), tracciandone altitudine e portata ed elaborando avvisi per i piloti. Il TCAS II (o ACAS II) fornisce al pilota due tipi di *alert*. Il *Trafic Advisory* (TA), aiuta il pilota ad acquisire l'immagine dell'aeromobile intruso; la *Resolution Advisory* (RA), presenta al pilota manovre evasive da effettuare sul piano verticale, per stabilire la separazione verticale tra gli aeromobili coinvolti ed evitarne la collisione. Cfr. la nota informativa ENAC NI-2020-025 del 30 giugno 2020 recante *Airborne Collision Avoidance System II (ACAS II)*, 2, nel sito internet https://www.enac.gov.it/la-normativa/normativa-enac/note-informative/ni-2020-025/. Il TCAS (acronimo di *Traffic alert and Collision Avoidance System*), nella versione 7.1, è il sistema impiegato a bordo nei cieli europei che risponde agli standard ICAO fissati negli *Standards and Recommended Practices* (SARPs) per l'ACAS (*Airborne Collision Avoidance System*) II. Il richiamato *Annex* 10 ICAO prevede tre tipi di ACAS: a) ACAS I, non è in grado di generare manovre evasive, ma offre indicazioni utili al pilota nell'acquisizione visiva dell'aeromobile "intruso" così da mantenere la separazione a vista (*see and avoid*) (RA); b) ACAS II, somministra *Traffic Advisory* (TA) e *Resolution Advisory* (RA) per manovre evasive sul piano verticale; c) ACAS III, fornisce TA e RA per manovre evasive sul piano orizzontale e verticale. Nonostante il sistema ACAS III sia menzionato nell'*Annex* 10 ICAO come futuro sistema ACAS, lo sviluppo e l'implementazione saranno di difficile raccordo con le tecniche che i sistemi di sorveglianza convenzionali presentano sul piano orizzontale. Lo sviluppo dell'ACAS III dovrebbe avvenire nell'ambito dei Sistemi a pilotaggio remoto (SARPs). Sul punto si veda Nota Informativa ENAC NI-2020-025 del 30 giugno 2020, cit., p. 2 ss.

riore a 5.700 kg o che sono autorizzati al trasporto di più di 19 passeggeri, devono essere equipaggiati con la versione 7.1 del sistema anticollisione ACAS II, ai sensi del Regolamento (UE) n. 1332/2011[60]. Ove i dispositivi degli aeromobili coinvolti siano dotati di *transponder* efficienti, l'ACAS elabora le informazioni trasmesse e suggerisce manovre evasive (RA-*Resolution Advisory*) al pilota. Attivazione ed elaborazione delle informazioni si basano sulle "interrogazioni". L'ACAS, infatti, si interfaccia con i *transponder* in *Mode* C e *Mode* S degli aeromobili vicini (denominati "intrusi" dagli operatori del comparto), ne traccia altitudine e portata e invia, a seconda del caso, gli avvisi.
A seguito dell'entrata in vigore del richiamato Reg. (UE) 923/2012, gli operatori del traffico aereo sono tenuti al semplice monitoraggio e devono astenersi dal fornire indicazione all'equipaggio. Il servizio ATC segue le evoluzioni degli aeromobili ma non può intervenire[61].

[60] Le disposizioni del richiamato Regolamento sono applicabili a tutti gli aeromobili con le caratteristiche di cui supra nel testo che utilizzino lo spazio aereo disciplinato dal Reg. (EU) 2018/1139, indipendentemente da classe di spazio aereo interessato, condi-meteo o tipo di regole di volo seguito (VFR/IFR). Oltre a quelli per i quali è prevista l'obbligatorietà, ogni altro aeromobile equipaggiato su base volontaria con il sistema ACAS II, deve disporre del sistema anticollisione versione 7.1. Dal punto di vista tecnico, l'ACAS aumenta le funzioni del Radar Secondario di Sorveglianza (SSR). Il richiamato Annex 10 ICAO prevede tre tipi di ACAS: a) ACAS I, non è in grado di generare manovre evasive, ma eroga indicazioni utili al pilota nell'acquisizione visiva dell'aeromobile "intruso" così da mantenere la separazione a vista (*see and avoid*) (RA); b) ACAS II, somministra *Traffic Advisory* (TA) e *Resolution Advisory* (RA) per manovre evasive sul piano verticale; c) ACAS III, fornisce TA e RA per manovre evasive sul piano orizzontale e verticale. Nonostante il sistema ACAS III sia menzionato nell'Annex 10 ICAO come futuro sistema ACAS, lo sviluppo sarà di difficile raccordo con le tecniche che i sistemi di sorveglianza convenzionali presentano sul piano orizzontale. Lo sviluppo dell'ACAS III dovrebbe avvenire nell'ambito dei Sistemi a pilotaggio remoto (SARPs). Sul punto si veda Nota Informativa ENAC NI-2020-025 del 30 giugno 2020, cit., p. 2 ss.

[61] Il sistema anticollisione impiega il *transponder* (solitamente in Mode S) per l'interfaccia con gli altri aeromobili: il dialogo avviene tra sistemi ACAS e le risposte consentono il calcolo di distanze e rotte di collisione. Nel Reg. SERA.11014, recante "*ACAS Avviso di risoluzione (RA)": c) si legge che "Quando un pilota riporta un RA ACAS, il controllore non deve tentare di modificare il percorso di volo dell'aeromobile finché il pilota non riporta "clear of conflict" (liberi dal conflitto); d) Quando un aeromobile devia dalla sua istruzione o autorizzazione ATC in ottemperanza a un RA o quando un pilota riporta un RA, cessa la responsabilità del controllore di fornire la separazione tra tale aeromobile e qualsiasi altro aeromobile direttamente interessato dalla manovra indotta dall'RA. Il controllore riassume la responsabilità di fornire la separazione a tutti gli aeromobili interessati quando: 1) il controllore conferma la ricezione del riporto dell'equipaggio di condotta che l'aeromobile è rientrato nell'autorizzazione in vigore; oppure 2) il controllore conferma la ricezione del riporto dell'equipaggio di condotta che l'aeromobile sta rientrando nell'autorizzazione in vigore ed emette un'autorizzazione alternativa che è confermata dall'equipaggio di condotta"*.

L'ACAS non è in grado di somministrare RA qualora il *transponder* dell'aeromobile "intruso" non fornisca (ad es. per avaria dello strumento) l'altitudine (data sia in modo S che in modo A/C). Inoltre, il sistema anticollisione non può rilevare la presenza di aeromobili ove siano sprovvisti di *trasponder* o se lo stesso è disattivato o guasto[62].

Se i dispositivi sono funzionanti, i piloti, avvertiti del pericolo, potranno impostare la prua secondo le indicazioni dell'ACAS[63].

Il SERA.3201, stabilisce che "*le regole per la prevenzione delle collisioni […] non esentano il pilota […] dalla responsabilità di intraprendere ogni azione necessaria ad evitare collisioni, comprese le manovre evasive a seguito di avvisi di risoluzione emessi dall'impianto ACAS*".

Resta da chiedersi se il comandante debba necessariamente conformarsi alle segnalazioni dell'ACAS ovvero se lo stesso possa optare per scelte diverse rispetto a quelle suggerite dal dispositivo anticollisione.

La tesi che ritiene prevalente il potere del comandante trova conferma nel principio guida racchiuso nel par. 2.4 *Rules of the Air* in base al quale il *pilot in command conserva la final authority* sulla sicurezza del volo[64].

Il comandante, a contatto con gli elementi, immerso nelle difficili contingenze nelle quali deve salvare passeggeri ed equipaggio dalla collisione contro un altro aeromobile, è il decisore ultimo. Pertanto, il *pilot in command* non dovrebbe attenersi alle RA ove, nelle circostanze del caso concreto, esse pregiudichino la sicurezza dell'aeromobile. Ciò potrebbe accadere, ad es., ove il comandante abbia motivo di ritenere che il dispositivo non sia correttamente funzionante, e, se così fosse, l'ACAS, piuttosto che scongiurare, potrebbe cagionare la collisione. Fuori da ipotesi eccezionali come quella di cui è cenno, il pilota non dovrebbe scostarsi dalle indicazioni erogate dall'ACAS[65].

---

[62] In altre parole, l'anticollisione opera a condizione che tutti glia aeromobili coinvolti dispongano di dispositivi funzionanti e in grado di dialogare tra loro. Gli avvisi dell'ACAS II sono generati a seguito di calcoli che determinano il tempo (in secondi) di raggiungimento del punto più vicino di avvicinamento tra due aeromobili (CPA, *Closest Point of Approach*). La manovra imposta dalla RA è calcolata per evitare una collisione e stabilisce una separazione verticale tra i due aeromobili che non coincide con la separazione minima prevista dal servizio del controllo ATC. Si comprende bene che in caso di guasto al trasponder, il rischio di impatto potrebbe concretizzarsi in un incidente aereo.

[63] In caso di *Resolution Advisory*, infatti, il pilota dovrà agire immediatamente, disinserendo l'autopilota (se inserito) e manovrando l'aeromobile per come indicato dal dispositivo.

[64] U. La Torre, *Aircraft pilotage*, cit., spec. p. 280.

[65] Per converso, il PIC non dovrebbe disattendere le indicazioni del dispositivo anticollisione neanche in caso di acquisizione a vista del possibile aeromobile intruso. Nel Doc. ENAC NI-2020-025 del 30 giugno 2020, cit., spec. p. 4, si legge che "*l'acquisizione a vista del probabile aeromobile intruso non esime il pilota dal seguire le indicazioni fornite dalla RA*". Al *Chapter* 2, par. 2.3 delle *Rules of Air* e Reg. SERA.3201 è chiarito che "*le regole per la prevenzione delle collisioni […] non esentano il pilota responsabile di un aeromobile dalla responsabilità di intraprendere ogni azione necessaria ad evitare collisioni, comprese le manovre evasive a seguito di avvisi di risoluzione emessi dall'impianto ACAS*". Si veda, per l'ordinamento interno, il Regolamento ENAC del 31 ottobre 2011, Ed. 4, recante "*Impianto di prevenzione delle collisioni in volo ACAS II*", consultabile nel sito https://www.enac.gov.it/repository/ContentManagement/information/N1372912455/Reg_ACASII_ed4_accessibile.pdf, nonché il Regolamento ENAC Regole dell'Aria Italia, ed. 4, rev. 2 del 20 dicembre 2024 consultabile nel sito https://www.enac.gov.it/app/uploads/2022/11/RAIT-Ed.4-rev.2_pub.pdf.

9. Considerazioni conclusive

Il *transponder* è uno strumento elettronico multiuso, che consente l'individuazione dell'aeromobile dai controllori del traffico aereo e il monitoraggio del volo (v. *retro*, § 2), con evidenti vantaggi per la sicurezza.

A tale impiego se ne accompagnano altri, poiché tramite il *trasponder* l'equipaggio può inviare i codici *squawk* che segnalano una emergenza a bordo, affinché, da terra, si attuino le procedure per riportare la situazione alla normalità (v. *retro*, § 7). Lo stesso strumento, a conferma della sua natura polifunzionale, attiva i sistemi anticollisione (ACAS II e TCAS) (v. *retro*, § 8) ed evita l'impatto tra aeromobili in volo.

Consequenziale, per gli aeromobili con MTOM superiore a 5.700 kg o che viaggino ad una velocità di crociera superiore a 250 nodi, il dovere di istallare il *transponder*, confermato anche dalle previsioni relative alla *Minimum Equipment List* (MEL). Essa è approvata dallo Stato di immatricolazione dell'aeromobile, l'esercente ne è responsabile e il *pilot in command* non potrà iniziare il volo, neppure da uno scalo intermedio, qualora uno strumento, come il *trasponder*, divenga inoperativo (v. *retro*, § 5). La normativa internazionale e unionale, in caso di guasto post partenza dello strumento o in altre situazioni particolari (v. *retro*, § 6) prevedono delle differenze e, a determinate condizioni, consentono il volo. La materia è caratterizzata da restrizioni che confermano la necessità che il trasponder sia installato e, salvo casi limite, funzionante.

L'obbligo di dotazione del *transponder* in modalità A + C o S è previsto dal D.P.R. del 9 luglio 2010, n. 133 per gli apparecchi VDS "avanzati" (v. *retro* §4), i più performanti tra gli apparecchi per il volo lusorio. Non è invece prevista l'assegnazione di un indirizzo *transponder* per i VDS cosiddetti "basici", i quali non sono dotati di trasponditore.

Il richiamato D.P.R. 133/2010 ss.mm.ii., nel fissare i requisiti per l'abilitazione al pilotaggio degli apparecchi VDS[66], all'art. 14, stabilisce che per il rilascio dell'attestato di idoneità al pilotaggio VDS, il richiedente deve presentare nulla osta rilasciato dal Questore della provincia di residenza circa l'assenza di controindicazioni per l'ordine e la sicurezza pubblica nonché in contrasto al terrorismo internazionale[67]. Tale preventiva verifica vale anche a preservarsi da impieghi a fini criminali del mezzo aereo, che, per quanto odiosi, non possono *a priori* escludersi.

[66] In particolare, a norma dell'art. 11 comma 9 del D.P.R. 9 luglio 2010, n. 133 ss.mm.ii. "*l'Aero Club d'Italia rilascia l'attestazione della qualifica di pilota VDS avanzato a coloro che sono in possesso dei seguenti requisiti: a) attestato di idoneità al pilotaggio VDS con apparecchi provvisti di motore; b) abilitazione al trasporto del passeggero conseguita da almeno un anno; c) certificato di idoneità psico-fisica in corso di validità; d) frequenza e superamento di un corso di radiotelefonia approvato dall'Aero Club d'Italia, con rilascio di certificato di radiotelefonia aeronautica da parte di un ente abilitato. Il programma del corso di radiotelefonia è predisposto dall' Aero Club d'Italia in conformità alla normativa vigente per il conseguimento della licenza di pilota privato; e) superamento di apposito esame presso una scuola abilitata dall'Aero Club d'Italia al rilascio della attestazione della qualifica di pilota VDS avanzato*".

[67] Il richiamato art. 14, comma 1, del D.P.R. 133/2010 prevede infatti che "*per il rilascio dell'attestato di idoneità al pilotaggio VDS, il richiedente presenta il nulla osta rilasciato dal Questore della provincia di residenza, che valuta anche l'inesistenza di controindicazioni agli effetti della tutela dell'ordine e della sicurezza pubblica, della sicurezza dello Stato nonché in relazione al contrasto del terrorismo internazionale*".

Si pone così una cautela per la circolazione di apparecchi che si muovono a bassa quota, fuori dagli spazi aerei controllati e dalle zone di traffico aeroportuale e a distanza di sicurezza dagli ostacoli[68].
Nondimeno, è ammessa la circolazione dei VDS basici senza che siano dotati di *trasponder*, affidando l'indicazione della rotta alla tradizione orale, senza il monitoraggio aggiornato offerto dallo stesso trasponditore.
Potrebbe forse valutarsi, nei limiti di quanto risulti tecnicamente possibile, un graduale inserimento del trasponditore nell'equipaggiamento minimo di taluni tipi di apparecchi basici. Ingombro minimo e peso contenuto, oltre al ridotto costo per l'acquisto dello strumento, potrebbero incentivare questa soluzione. Si potrebbe così disporre di un più ampio monitoraggio del traffico aereo, con positive ricadute sulla mitigazione del rischio e sulla sicurezza del volo.

[68] La distanza deve comunque essere non inferiore a cinque km dagli aeroporti, salvo diversa autorizzazione dell'ENAC. All'art. 9 del D.P.R. 133/2010 sono stabilite le regole di conduzione del volo di tali apparecchi. In particolare, il comma 2 prescrive che, l'attività VDS è svolta, salvo diversa autorizzazione dell'ENAC, fuori dagli spazi aerei controllati e dalle zone di traffico aeroportuale, a distanza di sicurezza dagli ostacoli e a distanza non inferiore a cinque km dagli aeroporti. Al successivo comma 3 si stabilisce che, salvo diversa autorizzazione dell'ENAC, sentito il fornitore di servizi di traffico aereo competente, l'attività di volo effettuata con gli apparecchi VDS non avanzati è consentita fino ad un'altezza massima di cinquecento piedi dal terreno, determinata con riferimento all'ostacolo più elevato nel raggio di cinque km. Il limite di cinquecento piedi è di mille piedi nei giorni di sabato e di domenica e nelle altre festività nazionali. Solo per le scuole di volo riconosciute dall'Aero Club d'Italia il limite di cinquecento piedi è elevato a mille nel raggio di tre chilometri dall'ubicazione della pista, in caso di autorizzazione concessa alla scuola per svolgere la propria attività, previo obbligo di coordinamento con le autorità militari, al fine di garantire la sicurezza del traffico militare operativo e di Stato. Al comma 4 è precisato che agli apparecchi VDS di cui all'articolo 2, lettera b) (quindi VDS non avanzati, o "basici"), è vietato il sorvolo di centri abitati, di assembramenti di persone, di agglomerati di case, di caserme, di depositi di munizioni, di porti militari, di stabilimenti e impianti industriali, di aree riservate ai fini della sicurezza dello Stato. A tali apparecchi è inoltre, vietato il sorvolo delle linee e stazioni ferroviarie, di centrali elettriche, di dighe, di ospedali, di carceri e delle principali vie di comunicazione, che, quando strettamente necessario, possono essere sorvolate in senso ortogonale. È altresì vietato il lancio di oggetti e di liquidi in volo.