

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA

**SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
-Sede di Forlì-**

**CORSO DI LAUREA
IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE
Classe L-9**

**ELABORATO FINALE DI LAUREA
In Disegno Tecnico Aeronautico**

**LA PROGETTAZIONE DEI DIRIGIBILI:
QUADRO NORMATIVO E REGOLAMENTI DEL VOLO DI
RIFERIMENTO**

**CANDIDATO
Silvestro Luigi Galati**

**RELATORE
Dr. Ing. Alessandro Ceruti**

**Anno Accademico 2012/2013
Sessione II**

INDICE

Sommario

1. Introduzione

1.1 Storia

1.2 Principio di Funzionamento

1.3 Tipologie di dirigibili

2. Normativa di progetto

2.1 Generalità

2.2 Struttura

2.3 Design and Construction

2.4 Carrello di Atterraggio

2.5 Personal And Cargo Accomodations

2.6 Strumenti di Bordo

2.7 Rivestimento

2.8 Manuale di Volo

3. Normative di Volo

3.1 Trattamento del Dirigibile in Ambito del Traffico Aereo

3.2 Servizio di Allarme

3.3 Piani di Volo

4. Fraseologia Standard

4.1 Fase di Partenza

4.2 Fase di Crociera

4.3 Avvicinamento e Atterraggio

5. Conclusioni

SOMMARIO

In questo documento si studiano il quadro normativo relativo alla progettazione e alla successiva certificazione dei dirigibili e la normativa di volo per gli enti di gestione del traffico aereo previsti per questi mezzi. Lo scopo di questa tesi è fornire al progettista alcune indicazioni utili alla progettazione del dirigibile, in modo che sia possibile una successiva certificazione, e alle operazioni all'interno dei diversi spazi aerei. Nella prima parte della tesi si descrivono le normative previste della FAA (Federal Aviation Administration) ed in particolare la normativa TAR (Transport Airship Requirements) del 2000 su cui si basa la tesi. Questa normativa è anche confrontata con altri regolamenti in vigore quali le Airship Design Criteria del 1995 (sempre USA), e le Airship LFLS del 2001 (Germania);

La seconda parte della tesi, basata sulla documentazione Enav ed Enac, come il MO-ATS (Manuale Operativo ATS) e le Regole dell'aria, viene invece trattata la normativa di volo che i dirigibili devono seguire. Nella terza parte si espone invece la pianificazione di un volo reale e un esempio di comunicazioni fra piloti ed enti del controllo del volo. Le indicazioni riportate nella tesi sono importanti per il progettista, visto che elencano i requisiti che un dirigibile deve possedere per una sua certificazione, e si indicano gli strumenti di volo che il dirigibile deve imbarcare in base a diversi scenari di missione.

Introduzione

Storia

Il dirigibile nacque nella seconda metà del 1800 in Francia, dove i primi pionieri del campo cominciarono a costruire i primi palloni con forma affusolata dotati di motore a vapore atti ad imprimere direzionalità. L'ingegnere francese Giffard, nel 1852, fu il primo in assoluto a costruire un aeromobile con un pallone di 2500 mc di volume e una lunghezza di 44 m.



Fig. 1 Dirigibile di Griffard
Fonte:dirigibili-archimede.it

Successivamente, grazie al progresso dei materiali, si ottennero sviluppi costanti; si iniziarono quindi a costruire dirigibili sempre più grandi dotati di motori a combustione interna (*motori a scoppio*). Agli inizi del '900, entrarono in scena i primi **dirigibili rigidi** Zeppelin, di elevate dimensioni, intelaiatura in alluminio e velocità ancora modeste di 30 km/h circa, comunque maggiori dei dirigibili già esistenti.

I dirigibili Zeppelin consentivano di avere una maggiore capacità di carico, raggiungere velocità più elevate e sollevare carichi imponenti. Tutte queste migliorie apportate ai vecchi modelli suscitarono un grande interesse sia nel campo militare che soprattutto nel campo civile dove, nel 1909, venne fondata la DIALG, la prima associazione per il trasporto civile di persone, che forniva dirigibili per il sorvolo di numerose città tedesche solo a fini turistici.

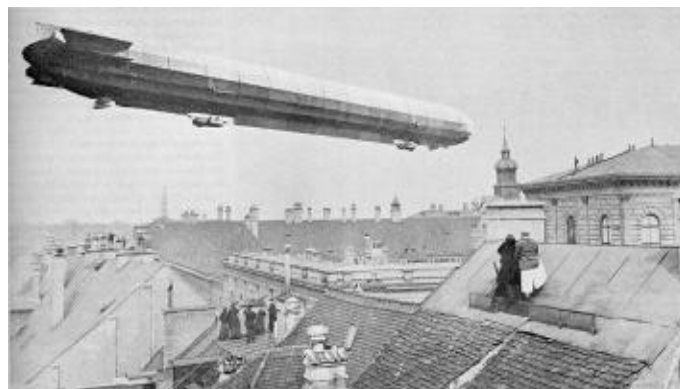


Fig. 2 Esempio di volo turistico
Fonte:dirigibili-archimede.it

Durante la Prima Guerra Mondiale, venne fatto un ampio uso di dirigibili, e ciò contribuì molto allo sviluppo delle prestazioni. In questo periodo infatti nacquero anche i primi **dirigibili flosci** (Blimp), introdotti dagli inglesi per operazioni di difesa. Anche in Italia iniziò lo sviluppo di **dirigibili semi-rigidi** per le operazioni di difesa, e a tal scopo si preferì privilegiare le prestazioni in termini di quota raggiungibile a discapito della velocità. Ciò

che si osservò nel primo conflitto mondiale fu che il dirigibile era efficace per il bombardamento da lontano (finché gli aerei da caccia con gli usurperanno il posto), utile per le missioni di difesa e per quelle di rifornimento a grandi distanze.



Fig.3 Blimp Ingeese in azione
Fonte::dirigibili-archimede.it

Durante la guerra ci furono molti progressi: aumentarono le dimensioni a oltre 60.000 mc, 210 m di lunghezza, velocità massime di 130 km/h, quote operative di 8.000 m e autonomie di 8.000 km.

Nel luglio del '19 si effettuò la prima trasvolata atlantica con R34 (vol. 56.000 mc, lunghezza 196 m), con ritorno in patria nella stessa estate (Gran Bretagna). Successivamente, nel 1925, la Gran Bretagna e l'Italia, in una missione capitanata dal Generale Ing. Umberto Nobile, riuscirono a sorvolare il Polo Nord, l'Antartide e l'Alaska con il semi-rigido Norge.

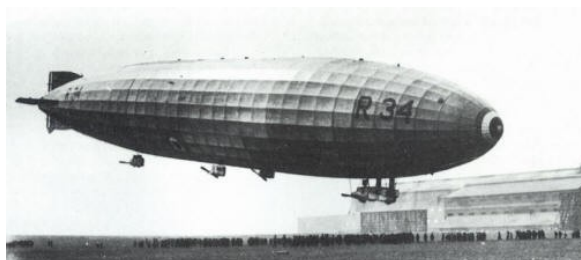


Fig.4 R34 in atterraggio in America
Fonte:airshipsonline.com

Durante la seconda missione polare avvenuta 3 anni più tardi, un incidente in volo durante il ritorno in patria, porta l'Italia al disinteressamento ai dirigibili. Una grande svolta ci fu con il ritorno alla produzione dei dirigibili da parte della Germania la quale, dopo il trattato di Locarno, poté iniziare la produzione degli stessi per il trasporto a lungo raggio di persone (stesso motivo per il quale venne costruito lo "Zeppelin" nel '28, il più grande dirigibile fino ad allora costruito con 105.000 mc di volume, 236 m di lunghezza, velocità massima di 128 km/h, autonomia di 12.000 km). Iniziano così le grandi traversate con voli che collegavano la Germania all'America, al Giappone e al Brasile.

Successivamente, nel '36 venne anche prodotto l'"Hindenburg" (200.000 mc di volume, una lunghezza di 245 m, una velocità massima di 135 km) che anche se progettato per essere riempito di elio, venne comunque riempito di idrogeno. L'attività di volo di questo dirigibile continuò per le tratte Francoforte-New York sino al maggio del '37 dove durante le manovre di attracco il dirigibile prese fuoco: avvenne così uno dei primi grandi incidenti aerei dell'aviazione civile. L'evento segnò la fine dell'utilizzo dei dirigibili per il trasporto

di persone; contemporaneamente il continuo sviluppo dei velivoli portò ad un graduale abbandono dell'uso del dirigibile, anche in ambito militare.



Fig.5 Hindenburg in volo

Fonte: dirigibile.net

La produzione dei dirigibili flosci proseguì comunque per scopi pubblicitari, per scopi turistici, per lo studio dell'atmosfera o per sorveglianza (si faccia riferimento allo Skyship, utilizzato dalla polizia di Atlanta e dall'FBI per il monitoraggio e il controllo durante i giochi olimpici dell'86).

Ancora oggi i dirigibili flosci, specialmente di produzione Zeppelin e Goodyear (in USA), sono i più usati e continuano ad essere sviluppati progetti, sia in ambito civile che in ambito militare, ad esempio, per la sorveglianza anti-missili.



Fig.6 Dirigibile Goodyear

Fonte: goodyearblimp.com



Fig.7 Dirigibile Zeppelin NT

Fonte: zeppelintours.com

Principi di funzionamento

Principi di funzionamento

Il dirigibile è un aeromobile che si sostenta grazie alla spinta di un gas più leggero dell'aria, galleggiando, secondo il principio di Archimede, in base al volume di aria spostata, allo stesso modo di palloni e mongolfiere. Nei dirigibili i motori hanno una funzione prevalentemente propulsiva come negli aeroplani; perciò, a grandi linee, si può dire che il dirigibile è una macchina volante intermedia fra una mongolfiera e un aereo.

Il dirigibile è composto da:

- Involucro;
- Impennaggi;
- Motori;
- Gondola;

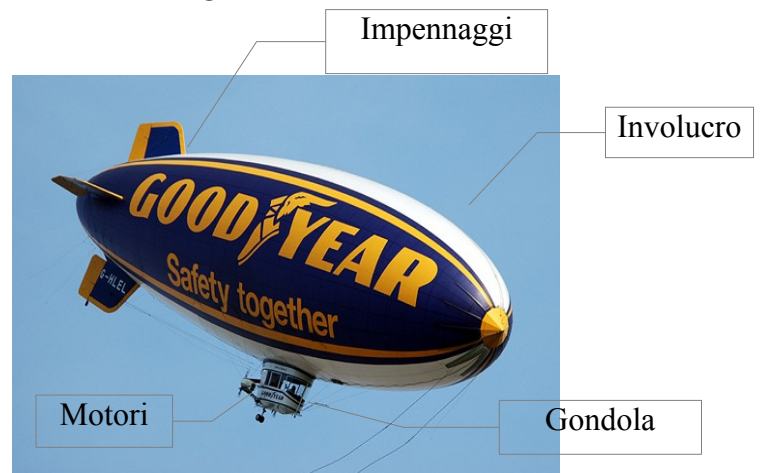


Fig.8 Goodyear in volo
Fonte: aeromedia.it

I gas di sollevamento sono contenuti all'interno dell'involucro principale e quelli tipicamente impiegati sono elencati nella tabella sottostante:

GAS	COSTO	Peso sollevato per mc [kg]	INFIAMMABILE
IDROGENO	BASSO	1,1	SI
ELIO	ALTO	Circa 1	NO
ARIA CALDA	BASSO	0,3	NO

Tabella 1

La regolazione della quota può essere effettuata per via:

- statica, sgancio zavorre (fase di salita), fuoriuscita di gas (discesa) oppure con variazioni di temperatura del gas;
- dinamica utilizzo superfici mobili o spinta di eliche manovrabile;

Tipologie di dirigibili

Flosci o "Blimp" o anche "non rigidi": l'involucro mantiene la sua forma per una leggera sovrappressione del gas contenuto rispetto all'atmosfera esterna (importantissimo l'uso dei ballonnet, che sono uno o più palloni, o sacche, pieni d'aria posti all'interno dell'involucro, il cui volume si modifica per compensare le naturali oscillazioni di volume del gas dovute a

variazioni di pressione o temperatura). La gondola, su cui si trovano motori ed eliche, è "appesa" direttamente all'involucro. Di solito di dimensioni piccole o medie.

Semi-rigidi: l'involucro mantiene la forma in parte per sovrappressione, del gas contenuto al suo interno, in parte grazie ad una trave che scorre nel dirigibile longitudinalmente, da prua a poppa, e che funge da supporto per la gondola, per i motori e per gli apparati. Recentemente il progresso dei materiali e delle tecnologie costruttive ha permesso di progettare un gigantesco dirigibile semi-rigido da trasporto (CL 160 Cargolifter) da 550.000 mc di volume e 260 m di lunghezza (rimasto ancora allo stadio di progetto per difficoltà finanziarie della società produttrice). Esempio di dirigibile semi-rigido in funzione è lo Zeppelin NT.

Rigidi: a differenza delle altre tipologie, la stabilità di forma del dirigibile è assicurata da una intelaiatura completa da prua a poppa realizzata in materiali leggeri (leghe di alluminio, legno, oggi si farebbe largo ricorso a nuovi materiali come la fibra di carbonio) a cui sono collegati i motori, la gondola, i vani di carico, gli impennaggi, e su cui è teso l'involucro. Il gas è contenuto in numerose celle distribuite all'interno del telaio. Nei rigidi (ma anche nei semi-rigidi) è inoltre possibile una migliore distribuzione dei carichi e in particolare una più idonea collocazione dei motori.

Varianti dei dirigibili flosci sono i dirigibili ad aria calda che applicano al dirigibile il principio della mongolfiera usando come gas di sustentazione aria portata ad alta temperatura tramite un bruciatore. Sicuramente hanno un costo significativamente più basso dei dirigibili a elio ma anche prestazioni più modeste. Un'ulteriore variante, ancora in fase di progetto, è quella dei dirigibili "ibridi", in cui il sustentamento è in parte statico (gas), in parte dinamico grazie a eliche e idonea forma dello scafo che genera portanza come negli aerei o tramite rotori ad asse verticale simili a quelli installati negli elicotteri.

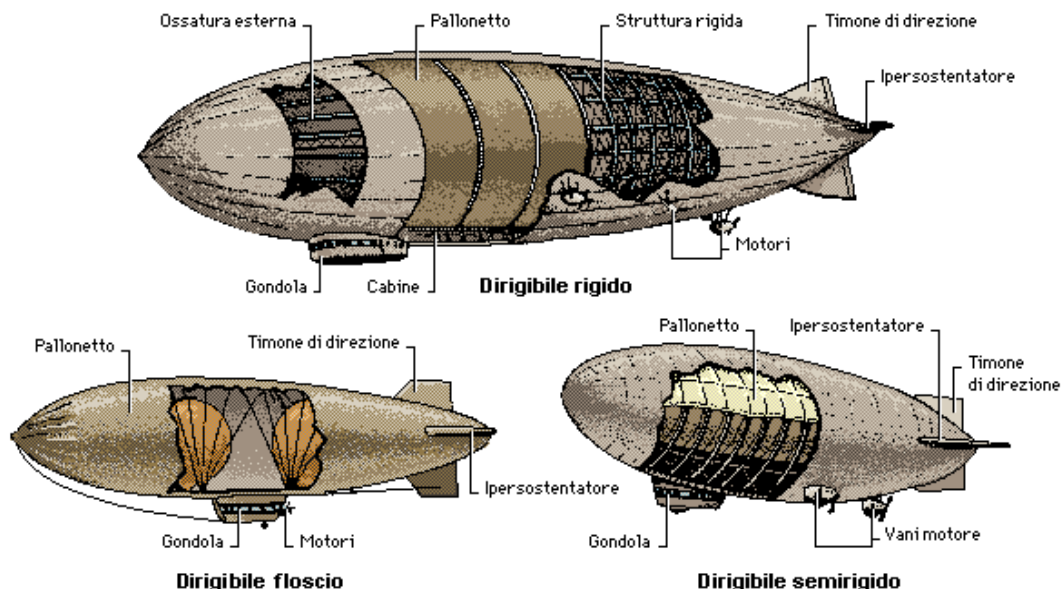


Fig. 9 Tipologie di dirigibile
Fonte: dida.fausser.edu

Fig. 10 Dirigibile aria calda
Fonte: balloonpromotion.com

Normative di Progetto

In questo paragrafo si riportano estratti dalla normativa TAR 2000 della FAA in cui si toccano aspetti di interesse per il progettista di dirigibili. La normativa verrà anche confrontata con altri tipi di regolamenti emessi allo scopo di presentare le differenze fra i vari documenti riguardanti i dirigibili attualmente in circolazione. In particolare a seguito di una ricerca bibliografica, le normative che ho reperito sono: TAR 2000 della FAA, Airship Design Criteria del '95, Airship LFLS del 2001.

2.1 Generalità

Le prove di conformità che vengono effettuate sul dirigibile riguardano combinazioni del peso totale, del peso statico a vuoto e della posizione del centro di gravità: questi parametri dovranno essere all'interno di valori di tolleranza specifici. Nella tabella seguente sono riportati i valori di tolleranza consentiti durante le prove di volo per la certificazione:

ITEM	TOLLERANZA
Massa	+5%, -10%
Elementi critici affetti dalla massa	+5%, -1%
Posizione C.G.	±7%
Velocità di volo	±3 knots or ±3% quale dei due è più alto

Tab.2 Tolleranze consentite

Definiamo:

- Peso Massimo: è il massimo peso del dirigibile. Questo valore è molto importante perché va ad influire con il regolamento TAR 2000. Il peso massimo non deve essere superiore:
 - a quanto richiede il cliente,
 - al peso massimo di progetto utilizzato per lo studio dei carichi di volo e della struttura,
 - a qualsiasi peso utilizzato nei requisiti della normativa TAR 2000.
- Peso Minimo: è il peso minimo del dirigibile conforme con la normativa in esame TAR 2000. Il peso minimo non dovrà essere inferiore:
 - alla richiesta del cliente;
 - al peso minimo di progetto;
 - al peso minimo utilizzato negli studi dei carichi di volo;

Analizzando la normativa Airship Design Criteria emessa nell'anno 1995, su cui la normativa TAR 2000 è basata, si nota che per il peso massimo si tiene conto anche dei passeggeri a bordo, dell'equipaggio e dei fluidi presenti all'interno dei vari impianti.

Personalmente credo che il legislatore della TAR 2000 abbia volutamente trascurato questi parametri in quanto questo regolamento è rivolto a dirigibili con un numero massimo di passeggeri non superiori a 9.

Per stabilire il peso a vuoto e la corrispondente posizione del C.G. si considerano tutte le masse dei componenti includendo la struttura principale, e :

- Massa dell' involucro sgonfio (quindi senza gas);
- Zavorre fisse;
- Fluidi operanti inclusi quelli utilizzati per le normali operazioni;

Nel caso di installazione di zavorre removibili, queste ultime devono essere conformi a quanto scritto nell'articolo 31 della normativa TAR del 2000 quindi dimostrare che:

- il punto di installazione è correttamente progettato e rispetta le condizioni descritte nell'art. 1557 della normativa TAR;
- le istruzioni di scarico delle zavorre devono essere descritte nel Manuale di volo del Dirigibile;
- la zavorra removibile deve essere tenuta in considerazione in termini di inerzia per gli effetti che può provocare sulla posizione del centro di gravità; questa osservazione è molto importante, a mio parere, in quanto cambia le possibilità di alterare la quantità di zavorra removibile; quindi lo scarico durante alcune condizioni di volo può non essere possibile.

Nel Airship Design Criteria le zavorre removibili non sono trattate, mentre in altre normative come la AirshipLFLS non viene considerato il possibile effetto di inerzia che la zavorra potrebbe avere sulla posizione del C.G.

Le prestazioni del dirigibile devono essere calcolate sia per aria calma, sia per le condizioni atmosferiche ambientali definite dal richiedente; nel caso quest'ultime non siano specificate dal richiedente, bisognerà considerare le performance del dirigibile e tenere in conto della trazione disponibile dei motori nelle condizioni atmosferiche in cui il dirigibile opera (*esempio vento, umidità, ecc...*). Non si devono trascurare tutte le possibili perdite dovute all'alimentazione di accessori (a titolo di esempio pompe idrauliche, luci). Le forti interferenze tra motore e umidità relativa portano ad avere dei minimi valori di umidità per cui sono possibili le operazioni:

- (1) 80% per temperatura pari o inferiore alla temperatura standard;
- (2) 34% al di sopra e con temperatura standard oltre 28 ° C (50 ° F);
- (3) tra i due valori sopra citati l'umidità varia linearmente;

Per questo motivo il progettista al momento della scelta delle prestazioni del dirigibile deve essere a conoscenza del tipo di condizioni meteorologiche che l'aeromobile dovrà affrontare. Nel caso di dirigibili dotati di carrelli di atterraggio, si richiede per la fase di decollo una distanza orizzontale tale che l'aeromobile riesca a raggiungere i 50 ft di minima altezza sugli ostacoli a terra; tale distanza varia a seconda delle performance di decollo. Per quanto riguarda la fase di atterraggio, la richiesta di spazio orizzontale per un dirigibile dotato di carrello di atterraggio è simile alla fase di decollo. Ovviamente lo spazio orizzontale sarà rappresentata dalla distanza che l'aeromobile percorre da un'altezza di 50 ft dall'ostacolo più

alto in fase di avvicinamento, fino al punto in cui il dirigibile si ferma completamente. Le performance di decollo e atterraggio devono essere descritte all'interno del Manuale di Volo del Dirigibile a seconda:

- delle combinazioni di massa totale, posizione del C.G., condizioni meteo;
- della configurazione selezionata per il decollo/atterraggio;
- dell'utilizzo dei motori entro i limiti;

Il progettista deve fare attenzione nell'installare il carrello di atterraggio, in quanto una volta calcolate le distanze necessarie per i decolli e atterraggi, il dirigibile potrebbe non essere in grado di decollare o atterrare in molti aviosuperfici, in quanto la lunghezza delle piste in erba sono ridotte.

Per la fase di salita bisogna considerare il dirigibile in condizioni di volo all'interno dei limiti e con la posizione del C.G sfavorevole; il rateo di salita deve essere di 300ft/min con un angolo di salita 1:12 con i comandi nelle posizioni di salita normale (*normal climb*), e nel caso previsto, con il carrello di atterraggio in posizione retratta.

I massimi ratei di salita e discesa, sono stabiliti dal progettista e devono essere almeno di 1200 ft/min, facendo attenzione che la pressione dell'involucro rimanga all'interno di un determinato range di pressioni approvato per le salite e le discese.

Nel caso di guasto critico al motore in condizioni che rientrano nei limiti di operatività del dirigibile, e con la posizione C.G più sfavorevole, il rateo di salita deve essere di 100ft/min con un angolo di salita 1:12, con potenza motore e comandi di salita nelle posizioni di salita normale e carrello di atterraggio nella posizioni retratta.

Considerando la configurazione di volo livellato, deve essere valutata dal progettista la variazione del peso durante il volo tenendo in conto il progressivo consumo di combustibile e lubrificante dei motori. Può essere incluso in questo calcolo anche il possibile accumulo di acqua o neve sull'involucro del dirigibile. La traiettoria di volo deve essere determinata a qualsiasi velocità selezionata, con:

- (1) posizione del C.G sfavorevole;
- (2) motore critico non operativo;
- (3) i restanti motori a disposizione;
- (4) il dispositivo di controllo dell'alimentazione dell'aria di raffreddamento dei motori attivo;

Nel caso il dirigibile abbia in dotazione più di 3 motori la condizione minima di volo deve essere stabilita con almeno due motori funzionanti. Nella normativa Airship Design Criteria non vi è riportato alcun cenno sulla fase di volo livellato poiché questa fase è meno pericolosa delle fasi di decollo o atterraggio, dove invece si verificano più inconvenienti.

Nel caso il dirigibile si trovi in una condizione di mancato atterraggio, questo deve essere in grado di cambiare il proprio assetto, passando da una fase di avvicinamento ad una fase di salita iniziale seguendo le procedure descritte nel Manuale di volo del dirigibile. Tale procedura deve essere possibile con il peso massimo all'atterraggio senza richiedere un eccessivo sforzo al pilota. La configurazione del dirigibile include:

- il trim selezionato per la discesa o per l'atterraggio;
- il carrello esteso;
- i dispositivi motore e di portanza devono essere in configurazione per l'atterraggio;

Le performance del dirigibile per la fase di carico e scarico, di merci oppure di eventuali zavorre, devono essere stabilite con la configurazione più critica, tenendo conto:

- delle temperature standard, peso, altitudine e del vento sempre all'interno delle condizioni di operatività;
- delle configurazioni durante le operazioni di carico e scarico;
- della posizione del C.G. più sfavorevole;
- dei propulsori operativi;

Il dirigibile durante queste operazioni deve essere abile a mantenere le condizioni di sicurezza per almeno un periodo di tempo sufficiente da risolvere eventuali condizioni di pericolo.

Il progetto del dirigibile deve tenere in conto quanto descritto fino ad ora, allo scopo di avere un dirigibile manovrabile e controllabile in sicurezza durante le fasi di:

- decollo ;
- salita;
- volo livellato;
- discesa;
- atterraggio ;
- volo livellato con il motore critico\critici non funzionanti;
- carico\scarico e le operazioni di volo di spostamenti di zavorra con il dirigibile a terra ma non ormeggiato;

Il cambio di assetto del dirigibile deve avvenire velocemente tenendo conto del fattore di carico limite che non deve essere superato e in qualsiasi condizione d'impiego compreso l'improvviso cedimento di qualsiasi motore.

Per quanto riguarda i controlli di movimento del dirigibile il progettista deve dimensionarli in maniera opportuna in modo da evitare al pilota sforzi eccessivi sui comandi, inoltre bisogna considerare che:

- per i controlli longitudinali si deve tener conto di tutti i motori operativi alla condizione di potenza massima, e con assetto aerodinamico alle condizioni ottimali. In queste condizioni il dirigibile deve essere in grado:

- durante la fase di salita di variare l'assetto verso il basso e stabilizzarsi in volo livellato con un angolo di beccheggio di 30° alla velocità di volo critica;
- durante la fase di discesa di variare l'assetto verso l'alto e stabilizzarsi in volo livellato con un angolo di beccheggio di 30° alla velocità di volo critica;

- per i controlli direzionali è importante considerare la grandezza dell'aerostato, il timone installato deve essere ben dimensionato;

Definiamo delle velocità utili ai fini della certificazione:

- velocità di minimo controllo dell'aeromobile (V_{MC}) è la minima velocità con la quale, in caso di guasto al motore critico o di più motori critici, il pilota riesce ad avere il completo controllo del dirigibile continuando la missione in maniera sicura. Nel caso di dirigibili dotati di carrelli di atterraggio, quindi in grado di ottenere atterraggi orizzontali; il rispetto della V_{MC} , deve essere ottenuta per la configurazione di atterraggio con :
 - la massima potenza disponibile di decollo su ciascun motore;
 - il dirigibile trimmato in condizioni di atterraggio tenendo conto delle condizioni descritte nel apposito manuale di bordo;
 - il carrello di atterraggio esteso (se applicabile);
 - tutti i controlli dell'elica\motori nella posizione consigliata per l'at con tutti i

motori operativi .

Infine, per mantenere le condizioni di volo in sicurezza la forza generata dal timone di direzione non deve superare i 668 N (150 lb), e le riduzioni di potenza dei motori operativi non sono necessarie. Durante le manovre, il dirigibile non deve assumere assetti pericolosi, per cui i cambiamenti di prua sono contenuti con un massimo di 20°.

- Velocità Minima Aerodinamica di Controllo (V_{AM}) è la velocità minima alla quale si riesce a mantenere invariati gli assetti longitudinali e direzionali, con un rateo zero di discesa del dirigibile con dispositivi aerodinamici idonei per le varie combinazioni di peso.

Durante la certificazione è sufficiente per la stabilità del dirigibile dimostrare che per gli assi di beccheggio e di imbardata, abbia un comportamento stabile, in condizioni di salita, discesa, o di volo livellato. Ovvero si deve dimostrare che il dirigibile non sia soggetto a ulteriori accelerazioni, in quanto queste devono essere contrastate dal trimmaggio o dai controlli di portanza, senza sovraccaricare le superfici mobili. Mentre nel caso di oscillazioni che vanno ad intaccare la stabilità dinamica del dirigibile, sarà l'utilizzo dei controlli primari a smorzarle senza la richiesta di particolari abilità del pilota. In questo caso la normativa in esame non si discosta particolarmente con le altre, vista l'importanza dell'aspetto tecnico che ha per il volo (*vedi Tabella 1*).

Un altro punto di vista che il progettista deve valutare sono le caratteristiche dello stallo in volo rettilineo e in virata: il pilota deve essere in grado di produrre e correggere il beccheggio e l'imbardata con l'ausilio delle superfici mobili. Il pilota non deve essere sovraccaricato per risolvere questa condizione. Inoltre sarà prevista l'installazione un avviso di stallo che si attiva nel caso il dirigibile sia in stallo.

Un importante osservazione che a mio parere deve essere portata all'attenzione del lettore, è che l'aspetto dello stallo non viene considerato nelle normative Airship Design Criteria, ed Airship LFSL.

In precedenza abbiamo descritto l'importanza delle condizioni climatiche per il volo del dirigibile, quindi un fattore importante è la presenza del vento e la sua intensità che deve essere inferiore a quanto descritto nel manuale di volo e nel manuale di terra dell'aerostato, entrambi presenti a bordo del dirigibile. L'intensità del vento non deve essere superiore alla minore delle due velocità sotto elencate:

1. 75% della velocità del dirigibile in aria calma con motore critico inoperativo;
2. Massima intensità del vento a terra per il quale il dirigibile possa essere manovrato dall'equipaggio di terra.

Nelle caratteristiche della gestione a terra del dirigibile si deve tenere conto dell'equipaggio necessario sia a bordo, per il volo, che a terra, questo necessario ai fini del decollo o atterraggio. Sarà compito dell'equipaggio osservare le condizioni del vento o di raffiche presenti sul campo. Devono essere descritte le procedure di attracco (mooring), e di traino (tow); tali descrizioni sono riportate nel Ground Handling Manual presente a bordo dell'aerostato.

SUPERFICIE DI COMANDO	FORZA MASSIMA	FORZA MINIMA
(a) Elevator Capstan wheel (1) Wheel mounted on a column (Symmetrical) Wheel mounted on a column (Unsymmetrical) (2) - Stick	745 N (167 lb f) 900 N (200 lb f) 900 N (200 lb f) 745 N (100 lb f)	445 N (100 lb.f) 445 N (100 lb f) 445 N (100 lb f) 445 N (100 lb f)
(b) Rudder Rudder pedals (3) Wheel mounted on a column (4) Stick	900 N (200 lb f) 5,6 D Nm (5) (50 D in-lb) 300 N (67 lb f)	580 N (130 lb f) 4,5 D Nm (5) (40 D in-lb) 180 N (40lb f)
(c) Wheels, levers and cranks operated by - finger or wrist forces - hand/arm force without support (seated/standing) - hand/arm force with support (seated/standing)		145 N 340 N 590 N
(d) Sidestick operated by one wrist (not arm) - for all components between and including the handle and its control stops - in x-direction - in y-direction - for all other components of the side stick control assy (excluding the internal components of the electrical sensor assy) to avoid damage as a result of an in- flight jam - in x-direction - in y-direction		350 N (80 lb f) 200 N (45 lb f) 220 N (50 lb f) 110 N (25 lb f)

Tabella 1

Descrizioni delle forze massime che il pilota deve imprimere sui comandi

<i>Controls</i>	<i>Motion and effect</i>
Elevator (Alettoni)	Tirare verso di se per cabrare
Rudder (Timone di direzione)	Spingere il pedale destro per far girare il muso a destra.
Throttle	In Avanti per dare maggiore trazione
Trims control	Ruotare per produrre una simile rotazione al dirigibile attorno all'asse parallelo all'asse di rotazione del trim controll
Landing gear	Spingere verso il basso per estendere il carrello
Power / Thrust	Spingere in avanti per incrementare in avanti o verso l'alto la spinta, o tirare indietro per aumentare la decelerazione o la spinta verso il basso
Vectored thrust control	In Coordinazione con il power/thrust controls, ci indica la direzione della spinta
Propellers	In avanti per Aumentare i rpm

Tabella 2 Riepilogativa sugli effetti sul azionamento dei comandi di bordo

La tabella 2 mette in evidenza le azioni del pilota sui comandi di volo e il relativo comportamento del dirigibile. Si mette all'attenzione del lettore che il moto di azionamento dei comandi è simile al relativo al conseguente comportamento del dirigibile; a titolo di esempio, per l'estensione del carrello il pilota spinge verso il basso il comando.

2.2 Struttura

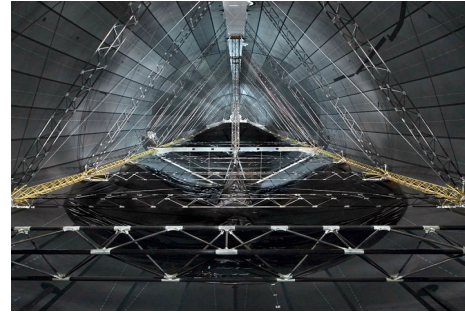


Fig. 11 e 12
Fonte:goodyearblimp.com

I carichi di volo e a terra, vengono calcolati dal progettista considerando la risultante del gas di sollevamento, posta in equilibrio con le forze di inerzia ed i momenti applicati. I metodi utilizzati per determinare i carichi e la loro distribuzione devono essere convalidati con misurazioni in volo, altrimenti si dovrà dimostrare che il metodo analitico adottato sia il più coerente con le condizioni operative del dirigibile. Il fattore di sicurezza utilizzato per stabilire i carichi limite in cui i carichi aerodinamici o le distribuzioni di carico non sono prevedibili (*per esempio gli impennaggi*) vale 1.33. Nel Airship Design Criteria, non viene nominato questo valore di fattore per il calcolo dei carichi aerodinamici per gli impennaggi, ma anzi viene usato per tutta la normativa il fattore di sicurezza standard di 1.5, che invece nella normativa in esame il progettista userà nel caso non vi sia disposizione che prescriva il contrario.

I pesi sono equivalenti alla risultante dei gas di sollevamento, definita come portanza statica, più qualsiasi altra risultante applicata al dirigibile, definiamo:

- Massimo peso per l'equilibrio W_0 ;
- Massimo peso a vuoto W_{sh} ;
- Massimo peso all'atterraggio W_1 ;
- Massimo peso al decollo $W_t = W_0 + W_{t0h}$;
- Massimo peso statico a vuoto al decollo W_{t0h} ;
- Massimo peso operativo $W_{m0} = W_0 + W_{sh}$;
- Minimo peso definito per l'equilibrio W_m ;
- Minimo peso lightness W_m ;
- Minimo peso operativo W_{m0} ;

Per lo studio dei carichi, oltre ai pesi, il progettista ha bisogno delle velocità di progetto che sono identiche alle EAS (*Equivalent Air Speed*), eccetto per specifici requisiti.

Definiamo:

- (1) La Massima velocità di progetto di volo livellato V_h : è la velocità alla quale si ha la resistenza minima (*vedi tabella 3*);
- (2) La velocità di progetto V_b alla quale il dirigibile riesce a contrastare la massima intensità di raffica non deve essere minore a 35kts o $0.65 V_h$, quale delle due è maggiore;

(3) La velocità di salita o discesa di progetto V_{CD} , non deve essere superiore alla V_h oppure alla massima velocità ottenuta in salita con configurazione di max potenza disponibile in decollo e configurazione aerodinamica di minima resistenza; oppure massima velocità ottenuta in discesa con configurazione di max potenza disponibile e configurazione aerodinamica di minima resistenza;

(4) La velocità di manovra V_A ;

(5) La velocità di vento V_{WG} cioè la massima intensità di vento stimata alla quale si riesce ancora a portare a termine le fasi di decollo, atterraggio e movimenti al suolo senza intaccare la sicurezza del volo. Codesta velocità di progetto sarà determinata dalle condizioni di ormeggio (*si veda tab 6*).

(6) La velocità (V_{ra}) sarà la massima velocità consentita in caso di volo in aria turbolenta.

Una volta che il progettista riesce ad ottenere specifiche relative alle caratteristiche generali del dirigibile, quindi Velocità e Pesi di progetto, si inizia lo studio dei carichi di volo considerando:

- (a) ogni peso del dirigibile;
- (b) ogni altitudine critica all'interno del range in cui il dirigibile può operare;
- (c) ogni temperatura critica alla quale il dirigibile opera;

Infine, nella determinazione dei carichi di volo si deve tener conto dell'influenza di possibili condizioni meteorologiche avverse (neve, pioggia, grandine). Dopo i carichi di volo, si inizia lo studio dei carichi di raffica che possono essere determinati da una simulazione analitica di volo utilizzando raffiche casuali o raffiche discrete con i risultati comparati con valori derivati dall'equazione:

$$U = \frac{U_m}{2} \cdot [1 - \cos(\pi \frac{X}{H})] \quad [\text{ft} / \text{s}]$$

dove:

U intensità di raffica (ft/s);

U_m è la velocità di raffica discreta (ft / s) pari 25 ft/s se si vola ad una velocità pari a V_H ; oppure pari a 35 ft/s se si vola ad una velocità pari a V_B ;

X distanza di penetrazione (ft), con $0 < X < 2 H$;

H gradiente della lunghezza di raffica (ft), con $L / 4 < H < 800$ ft (244 m);

(H deve essere studiato per trovare la risposta critica del dirigibile)

L lunghezza del dirigibile (ft);

Le raffiche sono applicate in qualsiasi direzione, compresa la parallela all'asse longitudinale del dirigibile, con le superfici di controllo sia in posizione neutra e sia ai massimi angoli di deflessione necessari a contrastare la raffica. In assenza di un'analisi più razionale, il massimo momento flettente aerodinamico M (lb per ft), applicato all'involucro, deve essere calcolato come segue:

$$M = 0.058 \cdot V \left(\frac{L}{2} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot [1 + (f - 4) (0.5624 \cdot L^{0.02} - \frac{1}{2})] \frac{q \cdot U_m}{v} \quad [\text{lb per ft}]$$

dove:

f è il rapporto del rivestimento, $f = L / D$, con $f \geq 4$;

U_m è la velocità di raffica (ft / s);

q è la pressione dinamica (lb/ft²) alla velocità v (m / s) in esame; $q = \frac{r \cdot v^2}{2}$

L è la lunghezza del dirigibile (ft);

D è il diametro massimo dell'involucro (ft);

r è la densità dell'aria (slugs/ft³);

v è la velocità dirigibile equivalente (ft / s);

V è il volume complessivo (ft³);

L'impennaggio deve essere in grado di subire le raffiche, nelle seguenti condizioni:

(1) il dirigibile è in volo livellato;

(2) la raffica è applicata a 90 ° su entrambi i lati di superfici di coda;

(3) le superfici di controllo devono essere considerate nella posizione neutra e ai massimi angoli di deflessione necessari per contrastare la raffica;

(4) l'effettivo angolo di attacco si presume essere:

$$\alpha = 1.25 \cdot \left(\arctan \left(\frac{U_m}{v} \right) \right)^{-1} \quad [^\circ]$$

Per i Carichi di volo e di raffiche le tre normative non presentano differenze.

Condizione	Velocità	Peso	Assetto	Dir spinta	Posizione timone	Posizione alettoni
Volo livellato	V _h	W _t	(2)	Avanti	Neutrale	(2)
Volo livellato	V _h	W ₁	(2)	Indietro	Neutrale	(2)
Discesa	V _h	W ₀	+30°	Avanti	Neutrale	(2)
Salita	V _h	W ₀	-30°	-	Neutrale	(2)
Discesa & richiamata	V _h	W _t	(2)	Avanti	Neutrale	(2)
Entrata in virata	V _h	W ₀	Livellato	Avanti	A fondo corsa	Neutrale
Virata & reverse	V _h	W ₀	Livellato	Avanti	(3)	Neutrale
Entrata in picchiata	V _h	W ₀	Livellato	Avanti	Neutrale	A fondo corsa (down)
Entrata in salita	V _h	W ₀	Livellato	Avanti	Neutrale	A fondo corsa (up)
Virata & salita	V _h	W ₀	Livellato	Avanti	A fondo corsa	A fondo corsa (up)
Virata & discesa	V _h	W ₀	Livellato	Avanti	A fondo corsa	A fondo corsa (down)
Virata	(1)	W ₀	Livellato	Avanti	A fondo corsa	Neutrale
Turn Recovery	W ₀	Livellato	Avanti	(3)	(3)	
Turn Rec. & Climb	(1)	W ₀	Livellato	Avanti	(3)	
Turn Rec. & Dive	(1)	W ₀	Livellato	Avanti	(3)	
Light Flight	V _h	(2)	(2)	Avanti	Neutrale	(2)

Tabella 3

- (1) il valore di velocità deve essere determinato quando il dirigibile è nella condizione di equilibrio.
- (2) Necessità di produrre la massima condizione di carico
- (3) Tutti i timoni devono essere in grado di invertire il verso dopo 75° di virata.

Nella determinazione della velocità V_H, per la quale si devono ottenere le condizioni descritte nella tabella, il progettista deve tenere in conto dei carichi che si generano sull'aeromobile per ottenere una struttura soddisfacente.

Per quanto riguarda il castello motore e la struttura di supporto sui cui è fissato il motore il progettista deve considerare il limite di coppia, ottenuto moltiplicando la coppia media per un fattore che tiene conto degli effetti dovuti alla tipologia di motore:

TIPO DI MOTORE	FATTORE DI MOLTIPLICATIVO
MOTORE TURBOPROP	1.25
MOTORI CON 5 CILINDRI O PIU'	1.33
MOTORI CON 4 , 3 , 2 CILINDRI	2 , 3 , 4

Tabella 4

Il limite di coppia motore ricavato dal progettista corrisponde alla massima potenza e alla massima velocità di rotazione dell'elica agendo simultaneamente con il 75% dei carichi di volo. Per installazioni di motori turboprop, il limite di coppia motore precedente deve essere moltiplicato per un fattore che tiene in conto dei possibili malfunzionamenti del sistema di controllo dell'elica. Nel caso di assenza di tale analisi il fattore considerato è di 1.6.

La struttura di sostegno e il castello motore devono resistere ai limiti di coppia motore oltre le condizioni operative anche nei casi di spegnimento o guasto del motore. I casi considerati sono guasti al sistema di alimentazione motore oppure, nel caso di turboprop, il guasto del compressore.

Il progettista deve considerare il flusso prodotto dall'eliche: nel caso non sia simmetrico questo produce degli effetti di imbardata e di beccheggio sul dirigibile, in quanto sono forze aggiuntive a cui i supporti motore devono resistere. Nel caso di installazione di APU (Auxiliary Power Unit) la struttura di fissaggio deve sopportare i carichi laterali, che saranno massimi nei casi di imbardata o in condizioni di raffica per cui il fattore di carico non deve essere minore a 1,33 oppure ad un terzo del limite di carico verticale. Infine il fattore di carico laterale può essere indipendente dalle altre condizioni di volo. Per quanto riguarda le superfici di controllo mobili devono essere progettate in modo che durante le normali operazioni di volo non si creano deformazioni a tali superfici da portarle a rottura. In applicazione di tale requisito, devono essere considerati gli effetti di spinta dei servo-meccanismi, e gli effetti di controllo di momenti di inerzia delle superfici mobili. Lo sforzo del pilota automatico o qualsiasi sforzo al sistema di controllo motore devono essere tenuti sotto osservazione in fase di progettazione: essi da soli possono produrre elevati carichi al pilota. Infine i carichi aggiuntivi dovuti all'accumulo di neve o ghiaccio devono essere presi in considerazione. Ogni sistema di controllo di volo e la sua struttura di sostegno devono essere progettati per carichi limite corrispondenti, almeno pari a 1,25. Tuttavia, questi carichi eccetto i carichi di raffica a terra non devono superare i più elevati delle forze che possono essere prodotte dal pilota, o da qualsiasi sistema di controllo servo-alimentato. Il sistema deve essere progettato per il massimo sforzo del pilota o pilota automatico, se quest'ultimo è superiore. Inoltre, il progettista in fase di progetto di codesto sistema deve considerare il caso che il pilota possa agire in contrapposizione all' autopilota. Lo scopo del progettista è fornire un sistema robusto per l'uso di servizio. Nel caso il dirigibile sia progettato per il decollo e atterraggio orizzontale, i carichi limite a terra sono considerati carichi esterni che devono essere messi in equilibrio con la portanza statica del pallone e le forze di inerzia lineari ed angolari in modo razionale.

Ad eccezione dei dirigibili per i quali gli effetti di flessibilità strutturale del carrello di atterraggio sono trascurabili, l'effetto della risposta dinamica della struttura deve essere studiata da una analisi del comportamento del carrello di atterraggio completo. Il metodo di analisi deve prendere in considerazione almeno i seguenti elementi:

- (1) la flessibilità strutturale;
- (2) le condizioni aerodinamiche assunte come costanti;
- (3) un modello analitico del carrello di atterraggio con caratteristiche dinamiche comprovate dai test di caduta.

I requisiti per i carichi a terra di un dirigibile con atterraggio orizzontale sono riportati nella tabella 5 sottostante, prendendo in considerazione anche gli ammortizzatori

Condizione	Assetto	Peso	Assorbimento o Estensione all' impatto	Carichi al carrello di atterraggio(3) (4)		
				Verticale (4)	Laterale (2)	Longitudinale (2) (4)
Take off	Livellato	W_t	statico	$1.5 W_{sh}$	-	$0.275 W_{sh}$
Level Landing	Livellato	W_1	massimo	$n W_1$	-	$\pm 0.25 n W_1$
Level Landing	Livellato	W_1	massimo	$n W_1$	$0.55 W_{sh}$	(1)
Landing	Livellato	W_1	statico	$1.5 W_{sh}$	$0.55 n$	-
Side Drift Landing	Livellato	W_1	massimo	$n W_1$	W_1	-

Tabella 5 riepilogativa nelle fasi di decollo e atterraggio.

Note

- (1) I carichi sono basati sulle condizioni di spin-up e spring back;
(Il coefficiente di attrito considerato è pari a 0.8)
- (2) I carichi longitudinali e laterali agiscono sul dirigibile;
- (3) I carrelli di atterraggio aventi 2 ruote prevedono una distribuzione dei pesi 60/40;
- (4) N=fattore di carico massimo per il limite verticale di inerzia, che dipende dalla posizione del C.G.

Le altre normative non presentano differenze sostanziali dalla normativa in esame e, a mio parere, l'installazione del carrello di atterraggio al dirigibile porta dei vantaggi di manovrabilità ma anche un dispendio di sforzi in fase di progetto che aumenta i costi totali di produzione; pertanto la scelta dell'installazione deve essere ben ponderata in fase di progetto.

Per quanto riguarda la condizione di ormeggio e mooring, ci sono dei limiti descritti nella tabella sottostante che il progettista deve rispettare, descritti nella tabella 6 sottostante:

Conditions (6)	Weight	Wind Velocity	Wind Angle
Symmetrical Mooring	Wt	70 knots	0
Unsymmetrical Mooring	Wt	70 knots	(2)
Mast Handling-Heavy (3)	Wt	(1)	(2)
Mast Handling - Equilibrium (3)	W0	(1)	(2)
Mast Handling - Override (4)	Wt	0	0
	W0	(1)	(2)
Line Handling (3), (5)		(1)	(2)
Line Handling (3), (5)		(1)	(2)

Tabella 6

Note:

- (1) la massima intensità del vento V_{WG} possibile durante le operazioni a terra stabilite dal costruttore non deve essere minore ai 10 knots.
- (2) L'angolo del vento è determinato dall'angolo formato dalla forza laterale del vento con la forza longitudinale del vento. In assenza di un'analisi analitica viene usato un angolo di vento pari a 10° .
- (3) Il carico a terra dell'involucro è determinato basandosi sul effetto critico della direzione del vento.
- (4) I carichi sono determinati basandosi sulla forza di compressione tra albero di ormeggio e il dirigibile nel caso vi sia una differenza di velocità di 3 knots.
- (5) Per la linea di prua si utilizza la direzione del vento determinata dalla condizione di ormeggio con angoli da 0° a 120° , rispetto ad un angolo inferiore a 30° tra il piano verticale del dirigibile e il piano orizzontale. Per la linea di poppa, l'involucro deve resistere a carichi a terra considerando la differenza tra la direzione del vento e l'albero di ormeggio. In assenza di dati ottenuti da test, si possono usare linee di angolo tra i 60° - 120° , tali linee selezionate devono essere listate nelle procedure di handling dello stesso dirigibile.
- (6) I carichi di compressione sono causati dal rimbalzo elastico del dirigibile e l'albero, dovuti ad un improvviso cambiamento della velocità del vento, tale effetto deve essere considerato nella condizioni di Ormeggio.

Deve essere prevista una procedura allo scopo di evitare che il dirigibile ormeggiato si porti ad una situazione di pericolo. I punti di fissaggio dell'aeromobile, nelle condizioni di ormeggio, devono essere calcolate considerando i vari carichi statici e dinamici descritti nel manuale di volo del dirigibile. Infine, si dovranno considerare le condizioni meteo al fine di non intaccare la sicurezza del dirigibile, dell'equipaggio e dei passeggeri.

Parti della struttura del dirigibile saranno utilizzate a terra per il carico/scarico di passeggeri o merci, oppure per manutenzione e pulizia durante l'ormeggio al campo. Il dirigibile deve essere progettato per resistere fino a un carico limite di 1.1 KN, con un fattore di carico pari a 1.35 in aggiunta a quello di sicurezza.

Nel caso di condizioni di atterraggio di emergenza, la struttura del dirigibile sarà progettata in maniera tale da garantire la sicurezza degli occupanti e concedendo loro la possibilità di evacuare nella maniera più veloce in caso di incidente durante l'atterraggio. Inoltre il progettista dovrà tener conto:

1. dell'installazione di adeguate cinture di sicurezza;
2. delle forze massime di inerzia a cui gli occupanti potrebbero essere sottoposti:

<i>Upward (Forza in Alto)</i>	1.5
<i>Downward (Forza in Basso)</i>	4
<i>Forward (Forza in Avanti)</i>	4
<i>Rearward (Forza all'indietro)</i>	4
<i>Sideward (Forza di Lato)</i>	4

Tabella 7 Forze di Inerzia applicabili ai passeggeri

2.3 Design and Costruction

Le normative a disposizione danno al progettista una linea guida comune: il dirigibile non dovrà essere progettato con strutture o particolari, dimostratisi nella storia essere pericolose o non affidabili. La scelta dei materiali, in fase di progettazione, deve essere effettuata considerando la loro idoneità e durata, in base all'esperienza nel campo dei dirigibili, oppure dalle prove effettuate che dovranno essere conformi *Technical Standard Ordes*. I metodi di fabbricazione impiegati nella struttura primaria devono essere tali da produrre una struttura coerente a quella del progetto. I processi di fabbricazione devono assicurare che non si presentino gravi difetti di costruzione per ogni componente della struttura primaria. Nel caso si utilizzasse un nuovo processo di fabbricazione, per le strutture o parti del dirigibile, dovranno essere testate. La struttura principale del dirigibile deve essere progettata in modo tale da resistere contro il deterioramento dovuto a:

- Condizioni meteo;
- Corrosione;
- Abrasione;

Per un maggior controllo della struttura, devono essere previste delle ispezioni visive degli elementi inclusi i principali elementi strutturali, sistemi di controllo, involucro, ballonets e le celle del gas. Sostituendo tali parti o regolandogli la lubrificazione, resterà in vigore il certificato di aeronavigabilità. Nel caso sia richiesto una ispezione degli elementi interni al dirigibile, quindi non visionabili dall'esterno, devono essere previste delle procedure nel manuale di ispezionamento. Le ispezioni e la manutenzione sono fondamentali per mantenere alti gli standard di sicurezza del dirigibile, però sarà compito del progettista scegliere i materiali, le strutture, i particolari da installare allo scopo di evitare di avere elementi fragili che necessitano di elevate ispezioni e manutenzione, quindi una elevata spesa da parte del cliente.

Nel caso di utilizzo di fissaggi removibili, si usano:

- bulloni,
- viti,
- dadi,
- o altro fissaggio removibile;

Se la perdita del fissaggio può precludere il continuo del volo, entro i limiti di progettazione, deve essere prevista l'installazione di due dispositivi di fissaggio di sicurezza. Per le superfici di controllo sono necessari dei test ove vengono caricate fino al carico limite; nella prova si deve considerare il punto di installazione. L'installazione delle superfici mobili di coda deve essere effettuata in modo da non avere interferenze con i loro rinforzi quando sono in posizione di angolazione massima. Infine, se si utilizza uno stabilizzatore regolabile, esso deve avere un range di movimento tale da non intralciare il movimento delle altre superfici mobili. I cardini e le cerniere utilizzate per l'installazione delle superfici mobili devono avere un fattore di sicurezza non inferiore a 6.67, rispettando il valore di resistenza del cuscinetto del materiale più morbido utilizzato. Le cerniere devono avere rigidità e resistenza sufficiente in modo da sopportare i carichi paralleli alla linea di cerniera. La struttura di sostegno della superficie e l'attaccamento devono essere compensati da una massa di bilancio, che deve essere progettata con valori di:

- (a) 24 g normale al piano della superficie di controllo;
- (b) 12 g di prua e di poppa;
- (c) 12 g parallelo alla linea di cerniera.

I sistemi di controllo del dirigibile devono essere progettati in modo da operare con facilità e scorrevolezza. Dimostrando tramite analisi analitica, test, o entrambi, il dirigibile deve essere in grado di continuare il volo ed atterrare in sicurezza dopo qualsiasi guasto o inceppamento del sistema di controllo rispettando l'inviluppo di volo, senza richiedere eccezionali capacità di pilotaggio. Malfunzionamenti probabili avranno effetti minori sul funzionamento del sistema e il pilota deve essere in grado di neutralizzarli facilmente, tra cui:

- ogni singolo cedimento o qualsiasi combinazione di guasti, escluso inceppamenti;
- ogni inceppamento nella posizione normale del sistema di controllo anche se estremamente improbabile;
- in caso di guasto al sistema propulsivo, compreso tutto il sistema, il dirigibile deve essere in grado di mantenere una condizione staticamente stabile e avere un sufficiente controllo dell'assetto e di altitudine per consentire una discesa sicura.

Sicuramente l'installazione dei sistemi di controllo aumenta la manovrabilità del dirigibile, ma bisogna fare attenzione alle condizioni climatiche in cui si opera perchè potrebbero formarsi ghiaccio o accumuli di neve intorno alla cerniera, che potrebbero impedire il movimento della superficie mobile.

Se nel dirigibile è presente un sistema di aumento della stabilità, automatico o servo-comandata, è necessario dimostrare la sua conformità con i requisiti delle caratteristiche di volo; inoltre, nel caso di guasto al sistema, si deve prevedere un sistema acustico di allarme, distinguibile dal pilota durante le normali operazioni di volo. Per il prosieguo del volo non

devono essere necessarie delle particolari abilità del pilota entro i limiti operativi, quindi l'aeromobile deve rispettare l'inviluppo di volo.

La normativa Airship Design Criteria non prevede sistemi di aumento di stabilità: il motivo è percepibile dalla data in cui è stata emanata la normativa 1995, quando ancora i sistemi erano costosi e pesanti, che il dirigibile non poteva permettersi.

Nei sistemi di trim, si includono i trim statici, come Ballonets (“Sacche”), Ballast transfer (“Sistema di Zavorra”) e i sistemi di trim aerodinamici delle superfici di controllo. Questi sistemi assicurano al dirigibile l'assetto voluto, senza un intervento continuo da parte del pilota sui comandi di volo.

Trim Statici

- Quando si utilizzano i Ballonets per le operazioni di trim, il pilota deve avere informazioni sulla capacità residua di tali 'sacche'; per questo motivo deve essere previsto un sistema di avviso (tramite luci sul cockpit) quando i ballonets sono completamente vuoti o pieni;
- Quando si utilizza il Ballast transfer (Sistemi di Zavorra) per le operazioni di trim, il pilota deve essere in grado di determinare le condizioni intermedie che sta utilizzando;

Trim Aerodinamici

Il pilota, per l'utilizzo dei sistemi di trim, deve operare sul comando di trim presente all'interno del cockpit. Tale dispositivo deve essere istintivo all'utilizzo per regolare l'assetto del dirigibile. La posizione del trim deve essere compresa nel range dei valori utilizzabili, indicati nel sistema di comando.

Un sistema utilizzato nelle operazioni a terra, principalmente quando il dirigibile è ormeggiato, è il sistema di controllo gust-lock, sistema che blocca il movimento delle superfici mobili, prevenendo possibili danni che derivano da possibili raffiche.

Tale sistema deve:

- fornire al pilota un messaggio acustico o visivo quando il meccanismo è attivato;
- prevenire che il meccanismo di blocco delle superfici di controllo si inneschi in volo.

Le prove di funzionamento dei sistemi di controllo, gestiti dall'equipaggio di volo o da un'altra stazione di controllo, si devono certificare con il sistema caricato con:

- il carico di volo limite sulla superficie mobile in questione, oppure;
- la forza limite massima del pilota consentita, se quest'ultima è minore;

Il sistema di controllo deve essere esente da:

(1) Inceppamenti; (2) attrito eccessivo; (3) eccessive deviazioni;

Per ogni sistema di controllo delle superfici mobili deve essere installato un dispositivo allo scopo di impedire l'ingresso di corpi estranei in luoghi che potrebbero inceppare il

sistema o sfregare con dei cavi o dei tubi del sistema. Ciascun elemento deve avere determinate caratteristiche, allo scopo di minimizzare la possibilità di errori di montaggio che potrebbe provocare malfunzionamenti.

2.4 Carrello Di Atterraggio

Dirigibile dotato di carrello di atterraggio

Il carrello principale deve essere studiato in modo tale che in caso di guasto, dovuto alla sollecitazione di un carico eccessivo (i carichi agiscono in direzioni verticali e longitudinali), non possa causare fuoriuscite di carburante da qualsiasi parte del sistema di alimentazione così da costituire pericolo d'incendio. Ogni dirigibile deve essere progettato in modo tale da completare l'atterraggio con uno o più supporti del carrello senza subire guasti a componenti strutturali, che potrebbero provocare la fuoriuscita di carburante.

Dirigibile non dotato di carrello di atterraggio

Per i dirigibili progettati per decolli e atterraggi verticali dotati solo di sospensioni meccaniche o altro dispositivo per la movimentazione terra, è necessario prevedere protezioni a supporto per evitare danni dovuti al contatto con il terreno durante le normali operazioni di assistenza a terra, di decollo e di atterraggio.

Nel carrello devono essere installati degli ammortizzatori, allo scopo di assorbire gli urti con il terreno aumentando il comfort degli occupanti. Mediante prove agli ammortizzatori del carrello di atterraggio, il progettista deve dimostrare che la loro capacità di assorbimento di energia sia maggiore rispetto a quella assorbita nella prova, simulando una velocità di discesa di 1,2 volte la velocità di discesa limite, senza presentare cedimenti alla struttura del carrello. Queste prove possono essere effettuate o sul dirigibile completo, o su unità costituita da una ruota, pneumatico e ammortizzatori nelle loro posizioni appropriate. Il test avviene ad una altezza non inferiore a:

(1) 0,475 m (18,7 in) in condizioni di peso all'atterraggio, e;

(2) 0,170 m (6,7 in) in condizioni di peso al decollo;

Se la fase di salita del dirigibile è simulata da cilindri pneumatici o altri dispositivi meccanici, il peso utilizzato deve essere uguale a W . Nel caso durante il test di caduta libera si considera l'effetto della portanza, si utilizza un peso ridotto equivalente a W_e calcolato:

$$W_e = W \cdot \left(\frac{h + (1-L) \cdot d}{h + d} \right) \quad [\text{lb}]$$

dove:

W_e = peso ridotto utilizzato nella prova (lb);

h = altezza di caduta libera specificato (in);

d = deformazione in caso di urto dello pneumatico (con pressione di gonfiaggio approvata) (in);

$W = W_M$ per unità dell'ingranaggio principale (lb), pari alla massa statica su quella unità con il dirigibile livellato;

$W = W_T$ per carrello di coda (lb), pari alla massa statica del posteriore con il dirigibile in posizione verso il basso ;

$W = W_N$ per unità ruote anteriori (lb) , pari alla componente verticale della reazione statica che esisterebbe al volante naso , ipotizzando che la massa del dirigibile agisce presso il centro di gravità ed esercita una forza di 1,0 g verso il basso e 0.25 g in avanti , e

L = il rapporto tra la portanza del dirigibile e il suo peso, compreso tra 0 e 1.

L'applicazione di adeguati carichi di resistenza durante il test di caduta libera, deve simulare le condizioni di atterraggio del dirigibile in modo coerente con lo sviluppo del fattore limite di carico. Il fattore limite n , viene determinato secondo la seguente formula :

$$n = n_j \cdot \left(\frac{W_e}{W} \right) + L \quad [-]$$

dove:

n_j = il fattore di carico sviluppata nella prova di caduta, ove W_e , W e L sono le stesse utilizzate nella formula precedente;

Il valore di n appena determinato non può essere superiore al fattore di inerzia limite utilizzato nelle condizioni di atterraggio.

Nel caso il progettista decida di dotare il dirigibile di un meccanismo di retroazione, la sua struttura di sostegno deve essere studiata in modo tale da supportare i fattori di massimo carico in volo con il carrello nella posizione retratta. Durante la fase di progetto si dovrà tener conto degli effetti dell'attrito, dell'inerzia, della coppia frenante, che si verificano durante il ritiro del carrello in qualsiasi velocità fino a V_{LO} . Inoltre il carrello e il meccanismo di retroazione devono resistere anche ai carichi derivanti da tutte le condizioni di imbardata fino alla velocità V_{LO} . Infine, il progettista deve installare un dispositivo allo scopo di mantenere il carrello esteso nelle condizioni a terra. In condizioni di guasto al meccanismo, si deve prevedere l'installazione di un dispositivo per estendere il carrello di atterraggio manualmente. Il progettista deve evitare che il pilota abbia dubbi sulla posizione del carrello, ovvero se retratto oppure esteso. Quindi deve essere installato all'interno del abitacolo un indicatore visivo (luce) sulla posizione del carrello di atterraggio per informare il pilota se il carrello è bloccato nella posizione estesa (o retratta). Nel caso si utilizzano interruttori per l'azionamento del meccanismo, essi devono essere posizionati e accoppiati con l'indicatore visivo, sempre con lo scopo di evitare ambiguità sulla posizione del carrello, quindi se la :

- posizione comando in 'abbassato e bloccato' l'indicatore è acceso finché il carrello non è nella posizione completamente estesa;
- posizione comando in 'su e bloccato' l'indicatore è acceso finché il carrello non è nella posizione completamente retratta;

Oltre all'indicatore visivo relativo alla posizione del carrello deve essere previsto un dispositivo sonoro o altrettanto efficace che funzioni in modo continuo quando il carrello non è completamente esteso e bloccato ad un altitudine inferiore a 100 m sopra il livello del mare (MSL). Il sistema deve attivarsi durante l'estensione del carrello, per poi disattivarsi quando il carrello è completamente esteso e bloccato.

A mio parere è molto importante scegliere dettagliatamente la posizione del comando di attivazione del meccanismo e dell'indicatore visivo, perché la storia dell'aviazione ci insegna che le informazioni fornite al pilota devono essere chiare, senza lasciare il minimo dubbio, in modo che il pilota possa reagire con l'azione più corretta per ogni determinata situazione

Il carrello di atterraggio è dotato di ruote per il contatto al suolo e si applica quanto segue:

- il limite di carico statico di ogni ruota non può essere inferiore alla reazione al suolo corrispondente al peso massimo al decollo;
- il limite di carico massimo di ogni ruota deve essere uguale o superare il carico radiale limite massimo stabilito.

I pneumatici installati devono essere tali che, una volta gonfiati alla pressione raccomandata, saranno in grado di sopportare le operazioni a terra del dirigibile; inoltre tale raccomandazione previene lo scoppio del pneumatico da uno scoppio che potrebbe derivare da una pressione elevata. Se si utilizzano pneumatici appositamente costruiti, la ruota (le ruote) deve essere chiaramente e vistosamente segnata (segnate), dove si indica la marca, la dimensione, il numero di strati, e il contrassegno per il corretto utilizzo dei pneumatici. Deve essere prevista e approvata l'installazione dell'impianto frenante, il quale migliora la movimentazione a terra. La capacità del sistema frenante, i sistemi e i componenti associati devono essere progettati e realizzati in modo che:

- se un componente elettrico, pneumatico, idraulico o meccanico o elemento di trasmissione si guasta, sia possibile portare il dirigibile a fermarsi completamente con una distanza di arresto di inferiore alla distanza in fase di atterraggio normale;
- il liquido perso da un sistema idraulico, in seguito a un guasto sia insufficiente a provocare un incendio o comunque una condizione pericolosa a terra o in volo;

I controlli dell'apparato frenante, devono essere progettati e costruiti in modo che la forza sul comando da parte del pilota non sia eccessiva per il loro azionamento; se invece è installato un sistema automatico di frenata, sono previsti dispositivi per l'attivazione e disattivazione di tale sistema, e consente al pilota di disattivare il sistema mediante l'uso della frenata manuale. Per le operazioni a terra, soprattutto quando il dirigibile è parcheggiato, deve essere montato un comando di freno di stazionamento che, quando selezionato, evita che l'aeromobile si muova su una pista asfaltata asciutta piana con la spinta massima da tutti i motori. Il controllo sull'attivazione di tale freno deve essere adeguatamente collocato ed opportunamente protetto per evitare l'azionamento accidentale. Ci deve essere l'indicazione visiva nel cockpit; così da informare il pilota quando il freno di stazionamento non è completamente rilasciato. Una particolare osservazione viene portata all'attenzione del lettore, nella normativa precedente Airship Design Criteria non viene trattato l'impianto frenante, in quanto a mio parere progettare un dirigibile di grosse dimensioni con decollo e atterraggio orizzontale risulterebbe alquanto inutile per gli scopi dell'aeromobile (turismo, pubblicità, ecc..), ed anche difficilmente utilizzabile in quanto necessiterebbe di una pista di lunghezza elevata, per il decollo e l'atterraggio, non sempre disponibili in piccole aviosuperfici. Date le dimensioni del dirigibile, nelle fasi di terra avrà sempre bisogno di un equipaggio che lo aiuti nelle manovre e nella fase di ormeggio.

2.5 Personal and Cargo Accomodations



Fig.13 Gondola Dirigibile Goodyear (Fonte: goodyearblimp.com)

Gli spazi predisposti e le attrezzature a disposizione per i piloti e per l'equipaggio di volo devono essere concepiti dal progettista in modo tale che gli occupanti possono svolgere le proprie funzioni senza deconcentrazione e stress. Nel caso sia previsto il secondo pilota, l'aeromobile deve essere completamente controllabile anche dalla sua posizione di comando.



*Fig.14 Cockpit Zeppelin NT
(Fonte: goodyearblimp.com)*

Il cockpit deve essere disposto in maniera tale da fornire ai piloti una visione sufficientemente ampia, per svolgere in totale sicurezza le operazioni di volo e a terra. Nel caso vi siano precipitazioni meteorologiche, deve essere installato un dispositivo per evitare il depositarsi di acqua, neve e ghiaccio sul parabrezza. Il tergicristallo scelto dal progettista deve essere coerente con il parabrezza utilizzato e il suo funzionamento deve avvenire alle seguenti condizioni meteorologiche:

- Pioggia battente a velocità fino a V_H ;
- formazioni di ghiaccio;

All'interno dell'abitacolo deve essere installato un dispositivo per evitare l'appannamento delle porzioni interne del parabrezza che altrimenti ridurrebbero la visibilità degli occupanti. In fase di progetto è importante lo studio del posizionamento dei comandi di volo, infatti i piloti devono avere piena capacità di utilizzo di ogni comando, senza interferenze di ogni tipo (da parte del loro abbigliamento o dalla struttura della cabina) quando sono seduti con le cinture allacciate. L'azionamento dei comandi deve essere intuitivo per il pilota, rispettando quindi il senso dell'effetto che l'operazione ha sul dirigibile. Come può notare il lettore, lo scopo del progettista è dare al pilota le migliori condizioni visive e diminuire la possibilità di fraintendimento sulle azioni dei comandi; per rafforzare quest'ultimo punto i comandi raggruppati per motore (elica) devono essere chiaramente distinguibili e riconoscibili per dimensione, forma e colore. Nel caso il dirigibile abbia in dotazione il carrello di atterraggio, il comando di controllo del carrello deve essere posizionato davanti

alle manette propulsive. Il progettista deve prevedere il colore di ugual tinta per le manopole o comandi aventi stesso effetto, i colori utilizzati devono essere distinguibili facilmente dal pilota. Si nota che nella normativa Airship Design Criteria, viene specificato il posizionamento dei comandi relativi al selettore dei serbatoi di alimentazione carburante, mentre nel regolamento in esame, TAR, non viene citato.

Infine il parabrezza e i finestrini devono essere composti da un materiale che ha un valore di trasmittanza luminosa non inferiore al 70 %, se utilizzati:

- (1) dall'equipaggio di volo considerandoli nella posizione seduta di volo;
- (2) per ispezione dell'elica e dell'impennaggio;
- (3) per visionare le fasi di carico o scarico;
- (4) per visionare la fase di ormeggio;

Il progettista durante lo studio dello spazio destinato ai passeggeri deve soddisfare le volontà del cliente infatti nel caso sia richiesto un numero massimo di 20 passeggeri o più, si deve installare una o più porte che dividono il cockpit con lo spazio destinato ai passeggeri. L'installazione del "divisore" deve essere tale che in fase di emergenza, non sia di intralcio né all'equipaggio di volo né ai passeggeri per raggiungere le uscite di emergenza. In questo caso il progettista deve prevedere il montaggio di un dispositivo che mette in comunicazione i due scomparti. Le porte esterne, di ingresso e di uscita, non devono essere situate in vicinanza di qualsiasi elica o di qualsiasi altro potenziale pericolo che potrebbe mettere a repentaglio la sicurezza degli utilizzatori. Per ogni porta esterna, il progettista deve installare un dispositivo di bloccaggio, contro l'apertura accidentale in volo, da parte di persone, da carico o da un possibile cedimento. Per la verifica dell'avvenuta chiusura e bloccaggio della porta esterna deve essere installato un apparecchio luminoso che indichi se la porta esterna non è completamente chiusa e bloccata. I membri dell'equipaggio devono poter effettuare la verifica della chiusura e del bloccaggio della porta in tutte le condizioni di volo, prevedendo anche l'ausilio di torcia elettrica o di altra fonte di illuminazione equivalente in caso di emergenza. Infine le porte di accesso ai servizi igienici devono essere progettate in modo tale da impedire a chiunque di rimanere intrappolati all'interno dello spazio adibito, e, se è installato un meccanismo di blocco, deve poter essere di essere sbloccato dall'esterno senza l'ausilio di attrezzature speciali. Durante l'analisi delle normative, si nota che il regolamento Airship Design Criteria nel paragrafo riguardante le porte esterne è meno restrittivo rispetto all'ordinamento in esame TAR 2000. Per quanto riguarda il layout interno dello spazio predisposto ai passeggeri, il progettista deve studiare sedili o cuccette e relative cinture di sicurezza, capaci di sostenere un peso di 77 kg, oltre che agli specificati fattori di carico massimo corrispondenti alle fasi di volo o a terra. Tutti i posti a sedere per i passeggeri devono essere dotati di cinture, maniglie e manopole per garantire alti standard di sicurezza agli occupanti durante le operazioni di volo. La zona circostante di ogni sedile, soprattutto nella zona vicino alla testa degli occupanti seduti, (con la cintura di sicurezza allacciata) deve essere priva di oggetti potenzialmente dannosi come spigoli vivi e sporgenze.

Nel caso siano previsti scomparti del dirigibile adibiti per il deposito merci, bagagli o zavorre devono:

- essere progettati a seconda del peso rispettando i fattori di carico massimo dell'aeromobile, sia nelle condizioni in volo che a terra;
- contenere disposizioni per impedire lo spostamento dei contenuti e per proteggere le linee di cablaggio, attrezzature o accessori durante il volo e le operazioni a terra;

- essere progettati in modo tale che, in condizioni di atterraggio di emergenza, il contenuto non si sganci dalla sua posizione causando lesioni agli occupanti;
- (Nel caso siano installate lampade) essere installate in modo da evitare il contatto tra il bulbo della lampada e il carico.



*Fig.15 Corridoio Zeppelin NT
(Fonte: zeppelintours.com)*

Il progettista deve considerare il layout interno del vano passeggeri, quindi i sedili saranno posizionati ad una distanza laterale da consentire il passaggio dei passeggeri e dell'equipaggio di volo. In fase di studio il corridoio deve avere una larghezza che deve eguagliare o superare i valori indicati nella tabella seguente :

Capacità di posti a sedere	Larghezza minima tra i posti a sedere in	
	Meno di 25 inch (635 mm) dal pavimento	25 inch (635 mm) o più dal pavimento
• 10 o meno	• 12*	• 15
• Da 11 a 19	• 12	• 20
• 20 o più	• 15	• 20

Tabella 11 Larghezza corridoio

* Larghezze non inferiori a 9 inch (229 mm) possono essere approvate.

Negli spazi per piloti e passeggeri, il progettista deve installare un pavimento con proprietà antiscivolo, in vicinanza delle aree che rischiano di diventare bagnate per evitare possibili danni agli utilizzatori. Da notare che nella normativa Airship Design Criteria non si fa alcun cenno sul tipo di pavimentazione e sulla larghezza del corridoio.

2.6 Emergenze

Il progettista deve stabilire una procedura di evacuazione in caso di emergenza, descritta nel manuale di volo, atta a garantire una rapida evacuazione dal dirigibile da parte di tutti gli occupanti, con i motori in funzione. Per condizioni di emergenza si intendono atterraggi di emergenza (con il carrello esteso o retratto se previsto), oppure casi in cui il dirigibile è in fiamme. Durante queste fasi sarà responsabilità dei membri dell'equipaggio controllare e dirigere l'evacuazione dei passeggeri, che deve avvenire in un tempo massimo di 90 secondi, con il dirigibile in condizioni di massima capienza (Massimo numero di occupanti compresi i membri dell'equipaggio); la dimostrazione di tale requisito avviene tramite delle simulazioni di emergenza, in condizioni notturne utilizzando le uscite di emergenza sul lato più critico del dirigibile. Il focus del progettista è impedire che l'aeromobile si riporti in quota, oppure che l'involucro si sgonfi ad una velocità tale da deflosciarsi sulla gondola, intrappolando gli occupanti. Per evitare ciò, le uscite di emergenza devono essere dimensionate e posizionate, in modo tale da consentire una rapida evacuazione senza interferenze, pertanto devono essere apribili:

- dall'interno e dall'esterno;
- in tutti i probabili atteggiamenti del dirigibile, come atterraggi di fortuna o in acqua;

La precedente normativa, Airship Design Criteria in vigore dal 1995, non menzionava a livello dettagliato le condizioni di emergenza. Tale regolamento sostituito in parte dalla normativa in esame (TAR 2000) espone in maniera dettagliata i criteri ai quali il progettista dovrà attenersi per la costruzione delle uscite di emergenza e per l'evacuazione dell'aeromobile. A mio parere si riscontrano queste differenze, in quanto la FAA vuole sensibilizzare i costruttori sull'importanza del prevenire i possibili danni alle persone in condizioni di emergenza, aumentando gli standard qualitativi di sicurezza del dirigibile.

Riepilogando le uscite di sicurezza devono:

- essere facilmente raggiungibili dagli occupanti;
- avere un metodo di apertura semplice;
- essere disposte e contrassegnate per una facile localizzazione anche in condizioni di scarsa visibilità;
- avere disposizioni ragionevoli contro le possibili deformazioni della struttura

Nella tabella 12 sono riportati le tipologie di uscite di emergenza, che possono essere installate nel dirigibile.

<i>Tipi Di Porte Di Emergenza</i>	<i>Descrizione</i>
Tipo 1	<p>Apertura rettangolare di dimensioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • larghezza non meno 24 in (609,6 mm); • altezza non meno di 48 in (1,219 m); • il raccordo degli angoli devono essere non superiori ad un terzo della larghezza.
Tipo 2	<p>Apertura rettangolare di dimensioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • larghezza non meno di 20 in (508 mm); • altezza non meno di 44 in (1,12 m); • il raccordo degli angoli devono essere non superiori ad un terzo della larghezza. <p>Questa tipologia devono essere posizionate a livello del pavimento principale.</p>
Tipo 3	<p>Apertura rettangolare di dimensioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • larghezza non meno di 20 in (508 mm); • altezza non meno di 36 in (914,4 mm); • il raccordo degli angoli devono essere non superiori ad un terzo della larghezza; • con un gradino all'interno del dirigibile non maggiore di 20 in (508 mm).
Tipo 4	<p>Apertura rettangolare di dimensioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • larghezza non meno di 19 in (482,6 mm); • altezza non meno di 26 in (660,4 m); • il raccordo degli angoli devono essere non superiori ad un terzo della larghezza.
Tipo A	<p>Apertura rettangolare di dimensioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • larghezza non meno di 42 in (1,067 m); • altezza non meno di 72 in (1,829 m); • il raccordo degli angoli devono essere non superiori ad un sesto della larghezza. <p>Questa tipologia devono essere posizionate a livello del pavimento principale.</p>

*Tabella 12 Tipologie di Uscite di Emergenza
Fonte (TAR del 2000)*

Il numero delle uscite di emergenze dipende dal numero massimo di passeggeri che il dirigibile può contenere vedi tabella 13:

<i>Posti per i passeggeri</i>	<i>Uscite di emergenza per lato</i>			
	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>	<i>Tipo 4</i>
Da 1 a 9				1
Da 10 a 19			1	
Da 20 a 39		1	1	
Da 40 a 79	1		1	
Da 80 a 109	1		2	
Da 110 a 139	2		1	
Da 140 a 179	2		2	

*Tabella 13 Numero e tipologie di uscite di emergenza per lato in base al numero di passeggeri
Fonte (TAR del 2000)*

La tipologia e l'ubicazione di ciascuna uscita di emergenza devono essere riconoscibili da una distanza pari alla larghezza della cabina. Allo scopo di aiutare gli occupanti a localizzarle in condizioni di fumo denso, deve essere installato un sistema di illuminazione di emergenza, indipendente dal sistema di illuminazione principale, che deve comprendere :

- indicazioni del posizionamento delle uscite di emergenza, in prossimità del pavimento via di fuga marcatura;
- le aree dell'equipaggio e tutte le altre aree accessibili in volo;
- l'illuminazione esterna.

2.7 Strumenti di Bordo



Fig.16 Cockpit di un dirigibile (Fonte: dirigibile.net)

Tutti gli strumenti di volo e di navigazione devono possedere caratteristiche idonee per l'utilizzo del dirigibile studiato. Per ogni pilota sono necessari i seguenti strumenti:

- (1) Indicatore di velocità;
- (2) Indicatore di velocità al suolo;
- (3) Altimetro;
- (4) Indicatore di velocità di salita;
- (5) Indicatore dell'assetto;
- (6) Indicatore giroscopico della velocità di accostata;
- (7) Indicatore di direzione giroscopico stabilizzato (magnetico o non).

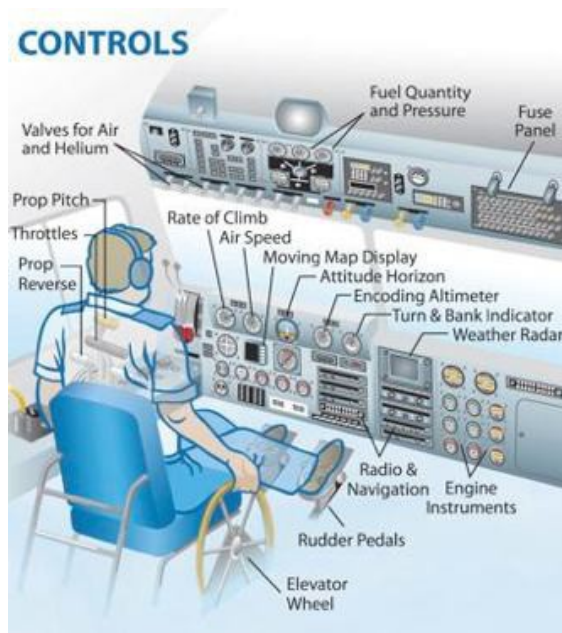
Il progettista deve posizionare i seguenti strumenti in modo tale da essere visibili da ogni pilota:

- (1) Indicatore temperatura dell'aria esterna;
- (2) Indicatore di direzione magnetica;
- (3) Orologio;
- (4) Dispositivi di indicazione della pressione;
*(es. per dirigibili rigidi pressione all'interno delle celle;
per dirigibili semi-rigidi, flosci pressione all'interno dei ballonets);*
- (5) Indicatori della differenza di temperatura tra il gas di sollevamento e l'aria esterna;
- (6) Indicatori di posizione per i comandi di volo, dei motori/eliche e delle pale dell'elica regolabili.

Nel caso il dirigibile sia munito di motopropulsore sono necessarie i seguenti strumenti:

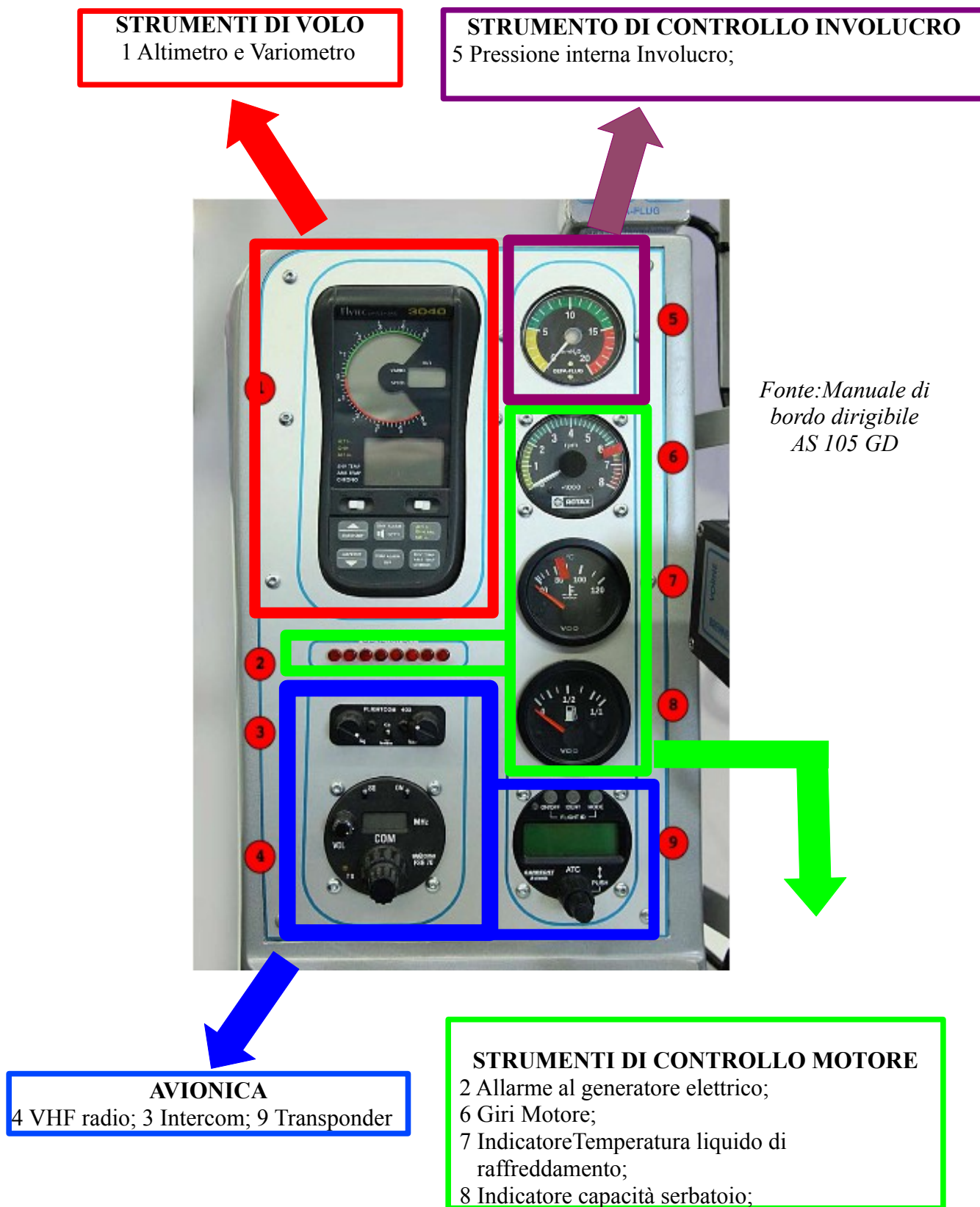
- (1) Indicatore della pressione carburante per ogni motore;

- (2) Indicatore di quantità di carburante per ogni serbatoio;
- (3) Indicatore di quantità di olio per ogni serbatoio;
- (4) Indicatore della pressione dell'olio nell'impianto;
- (5) Indicatore della temperatura dell'olio per ciascun motore e per ciascun sistema di alimentazione;
- (6) Dispositivi di allarme antincendio che forniscono allarme visivo e acustico;
- (7) Ogni altra strumentazione o avviso come indicato nel Scheda di Istruzioni del motore, per l'installazione e per garantire il funzionamento in sicurezza;
- (8) Strumentazione per indicare il funzionamento del sistema di protezione antighiaccio dell'elica;
- (10) Indicatore dell'angolo della pala dell'elica e la direzione di spinta;
- (11) Strumentazione per il sistema di recupero dell'acqua (se installato il sistema di zavorra);



*Fig.17 Immagine riepilogativa dei comandi presenti nel cockpit del dirigibile
Fonte: goodyearblimp.com*

Nella seguente immagine si riporta un esempio di strumentazione a bordo per un dirigibile ad aria calda AS-105G:



Il progettista deve studiare un sistema di luci anticollisione che è costituito da una o più luci situate in modo tale da non compromettere la visione dei membri dell'equipaggio; pertanto il fascio delle luci è indirizzato in modo tale che qualsiasi aeromobile voli nelle vicinanze non attraversi la traiettoria del dirigibile. Il sistema deve illuminare le zone vitali del dirigibile, esempi dei punti di installazione sono le estremità degli impennaggi verticali, dei stabilizzatori orizzontali, estremità dell'involucro anteriore e posteriore. Il campo di copertura del sistema in esame deve estendersi in ogni direzione entro almeno 75 ° sopra e 75 ° sotto il piano orizzontale del dirigibile. Le luci installate devono essere lampeggianti, con una frequenza di lampeggio maggiore ai 40 cicli/minuto e inferiore 100 cicli/minuto, i colori utilizzati in aviazione sono verde, rosso o bianco. L'intensità della luce misurata deve soddisfare la seguente relazione:

$$I_e = \frac{\int I(t) dt}{0.2(t_2 - t_1)}$$

dove :

I_e è l'intensità effettiva delle luci;

$I(t)$ è l'intensità istantanea in funzione del tempo;

$(t_2 - t_1)$ è l'intervallo di tempo di flash (secondi). Nella tabella 15 sono descritti gli angoli per ottenere l'effettiva intensità.

<i>Angolo al di sopra o al di sotto del piano orizzontale</i>	<i>Intensità Effettiva (cd)</i>
Da 0° a 5°	400
Da 5° a 10°	240
Da 10° a 20°	80
Da 20° a 30°	40
Da 30° a 75°	20

Tabella 15 Intensità effettiva della luce per posizione dell'osservatore posto sul piano verticale

2.8 Rivestimento

Dirigibile Rigido



*Fig. 18 Dirigibile rigido
(Fonte: dirigibile.net)*

Durante lo studio del rivestimento esterno, il progettista deve dimostrare che ogni singolo pannello riesce a mantenere la forma stabilita quando sottoposto a forze aerodinamiche, senza presentare fenomeni di flutter. La scelta del materiale di rivestimento è importante, in quanto deve resistere alla massima risultante di carico, tenendo conto delle condizioni ambientali operative. La normativa prevede che il materiale scelto abbia proprietà auto-estinguenti o comunque minimizza le possibilità di propagazione delle fiamme. La scelta del materiale durante la fase di progetto dipende dai carichi che il dirigibile deve sostenere, ma il progettista deve essere bravo a scegliere il materiale con il compromesso migliore, perchè deve fare attenzione a non aumentare troppo il peso dell'aeromobile.

Dirigibile Semi-Rigido



*Fig. 19 Dirigibile semi-rigido
(Fonte: Gommeblog.it)*

Il rivestimento di un dirigibile non-rigido o semi-rigido, deve essere in grado di mantenere la pressione costante all'interno per mantenere in tensione l'involucro, che deve resistere ai carichi limite in condizioni di volo o a terra. Eccezion fatta per le condizioni di ormeggio, per le quali si possono creare degli arricciamenti nel punto di attracco; infatti in tale zona i carichi saranno maggiori. Il progettista dovrà considerare gli effetti delle pressioni aerodinamiche locali, gli angoli di beccheggio, per determinare zone considerate più critiche le quali subiranno maggior sollecitazioni. Il rivestimento deve avere una resistenza a rottura

non minore a 4 volte il carico limite determinato in fase di progetto, facendo particolare attenzione agli effetti delle condizioni ambientali come temperatura e umidità, prevista per il servizio. I ballonets devono essere progettati e installati in modo tale che il loro centro di gravità combinato coinciderà longitudinalmente, entro limiti approvati, con il centro di galleggiamento dell'involucro. In questo modo le capacità statiche di assetto del sistema risultano stabili, tali da utilizzare a pieno il sistema di trimmaggio con i ballonets.

Nel rivestimento devono essere installati dei dispositivi di sgonfiaggio automatico dell'involucro, che si attiveranno nel caso di rottura dell'albero di ormeggio. Il sistema potrà essere attivato da parte dei membri dell'equipaggio, qualora si presenti una condizione di emergenza che porta agli occupanti la necessità di evacuare l'aeromobile. I collegamenti interni ed esterni per il supporto di componenti, come la chiglia, il vano per i passeggeri e le unità di propulsione devono essere progettati in maniera da distribuire omogeneamente i carichi, in tutte le condizioni di volo. La scelta del materiale utilizzato per il rivestimento sarà effettuata cercando di ridurre al minimo il rischio di incendio dell'involucro, tanto da dimostrare che il gas contenuto nell'involucro, a contatto con il rivestimento, ha capacità auto-estinguenti e con tassi di degradazione bassi descritti nel manuale di bordo.

Il rivestimento deve essere protetto:

- (1) dal calore emanato dai motori e dal sole ;
- (2) dalla pressione dell'aria all'interno del dirigibile ;
- (3) dal ghiaccio;

Nei dirigibili semi-rigidi, il progettista deve installare delle valvole per le operazioni di gonfiaggio e sgonfiaggio dell'involucro, in modo da controllare la pressione interna del rivestimento. Tali dispositivi devono essere composti da almeno due valvole e il loro posizionamento non deve essere al di sopra di 10° dall'equatore dell'involucro. Le valvole devono essere progettate per il funzionamento sia manuale che automatico; inoltre devono essere azionabili sia a impostazioni di pressione specificate, che a tutte le velocità raggiungibili dal dirigibile. Il costruttore in fase di progetto deve tener conto della possibile formazione di ghiaccio nelle vicinanze del sistema, in quanto potrebbe impedirne l'apertura e la chiusura delle valvole. Nella fase di scarico del gas di sollevamento, il fluido non deve insinuarsi:

- in spazi normalmente accessibili ai passeggeri;
- nel sistema di aspirazione del motore;
- nei ballonets;

Le valvole devono avere una capacità sufficiente da consentire una salita non inferiore a 15 m/s, al di sopra della quota alla quale non è consentita la velocità di salita massima con la pressione dell'involucro non al di sopra di 1,25 volte la pressione massima di esercizio.

I ballonets sono installati nel dirigibile per regolare al meglio la quota, quindi le fasi di salita e discesa, per ogni ballonet deve essere installata almeno una valvola di sfiato allo scopo di scaricare l'aria all'interno della sacca. Il loro posizionamento può essere nel rivestimento o ad esso collegati tramite un condotto adatto. La valvola di sfiato può essere attivata sia manualmente che automaticamente, durante la fase di salita, non deve essere possibile per il pilota un simultaneo un azionamento manuale e bloccaggio di tutte le valvole di sfiato, in questo modo si evita il crearsi di una sovra-pressione nell'involucro con il conseguente rilascio automatico di elio, con conseguenti danni in termini economici. Nel caso nel dirigibile siano presenti più valvole per i ballonets, allora non deve essere possibile per

l'equipaggio bloccare manualmente una valvola particolare, in particolare la valvola posizionata al ballonnet anteriore.

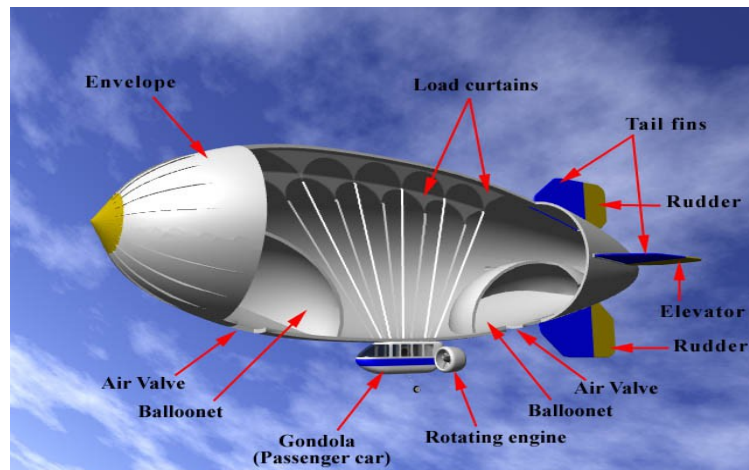


Fig. 20 Ballonets
(Fonte: airship.net)

Per cui il sistema Ballonet Air Induction System, composto principalmente da una sacca anteriore ed una posteriore, condotti, ventilatori e valvole di aspirazione dell'aria deve avere una capacità sufficiente da consentire una velocità di discesa massima non inferiore a 7,5 m/s, mantenendo la forma dell'involucro. In aggiunta deve essere installato un dispositivo che fornisce aria ai ballonets, allo scopo di mantenere una pressione costante all'interno dell'involucro in condizioni di basse potenze motore e basse velocità. La valvola di aspirazione deve essere in grado di mantenere la forma dell'involucro, consentendo il funzionamento dei sistemi dipendenti dalla forma, nel caso di cedimento di tutti i motori per un tempo sufficiente a consentire un atterraggio di fortuna. Nel caso di perdita eccessiva del gas di sollevamento, devono essere previste ulteriori valvole che introducono aria all'interno dell'involucro così da integrare la perdita del gas. Vista l'importanza di tale sistema, il progettista deve posizionare il sistema di controllo dei ballonets in maniera tale da rendere facilmente azionabile da parte dell'equipaggio.

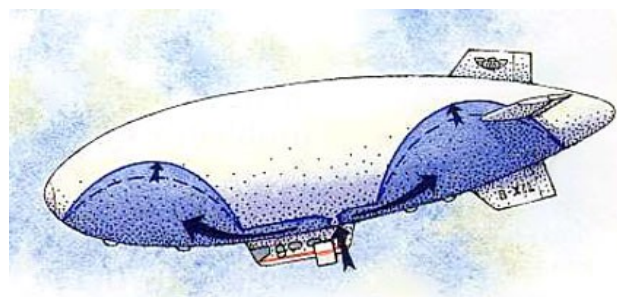


Fig. 21 Ballonet Air Induction System
(Fonte: airship.net)

A mio parere il sistema in esame mostra un punto di criticità sull'indicazione degli strumenti al pilota, infatti supponiamo il caso che il pilota agisca sul sistema dei ballonets portando il dirigibile in fase di salita, a questo punto il pilota si aspetta un'indicazione di salita sia sull'altimetro che sullo strumento di controllo dei ballonets; nel caso di guasto del sistema di controllo dei ballonets, il pilota avrebbe un'indicazione errata sulla sua strumentazione andando così in confusione; infatti vedrebbe aumentare la quota sull'altimetro mentre il sistema di controllo delle sacche è identico alla condizione di volo livellato; in questo modo

il pilota confuso dalla situazione potrebbe capire subito l'errata indicazione delle ballonets controllando gli altri strumenti. Nel caso invece il guasto riguardi più strumenti, il pilota va in totale confusione non capendo come agire per risolvere un problema a lui ignoto, con conseguenze gravi per la sicurezza del volo. Questo esempio viene riportato al lettore per capire l'importanza delle indicazioni dei sistemi per i piloti. Lo scopo della FAA di fornire più indicazioni possibili al pilota, per migliorare la sicurezza del volo.

Nei dirigibili rigidi per ogni cella di gas devono essere previsti almeno due valvole del gas di sollevamento. Tramite il sistema di sollevamento si permette il trasferimento controllato del gas tra le varie celle, prevenendo una distribuzione del carico critico nel dirigibile. Devono essere forniti all'equipaggio di volo gli strumenti necessari per il rilascio controllato oppure per il trasferimento del gas di sollevamento. Tali controlli devono essere collocati e disposti in modo che possano essere azionati dal personale di bordo in modo corretto, senza indebita deconcentrazione o fatica. Infine sono validi i punti di vista presentati per i dirigibili semi-rigidi.

Un'altro sistema di controllo della quota, che il progettista può usare è il sistema di zavorra, il quale deve garantire all'equipaggio, uno smaltimento controllato o un trasferimento della zavorra, in tutte le condizioni di volo operative evitando distribuzioni di carico critico. Il materiale di zavorra può essere sotto forma di acqua o altro materiale trasferibile e monouso come sabbia, pertanto deve essere facilmente dissipato senza causare danni a persone o cose; devono essere previsti dispositivi per evitare il congelamento oppure il bloccaggio del condotto di scarico. I dispositivi forniti per scaricare zavorra usa e getta in modo controllato ad un tasso che deve essere conforme ai requisiti di sicurezza nel corso delle manovre vicino terra, l'ubicazione del condotto di scarico della zavorra non deve trovarsi nelle immediate vicinanze dei motori. I comandi e gli strumenti necessari per il rilascio controllato o il trasferimento di zavorra da parte dell'equipaggio devono fornire e collocati in modo tale da essere azionati in maniera corretta, nel caso si utilizzano valvole di scarico comandate in remoto, un sistema di backup meccanico deve essere fornito .

2.9 Manuale di Bordo

Il manuale di bordo del dirigibile contiene le informazioni per le operazioni in volo e per le operazioni a terra, allo scopo di mantenere un elevato tasso di sicurezza.

Il manuale di bordo è suddiviso in:

- Limitazioni operative;
- Procedure operative;
- Informazioni sulle performance;
- Informazioni sui carichi.

Nelle Limitazioni Operative sono descritte tutte le informazioni sulle operazioni di volo.

a) Limitazioni di velocità:

1. Deve essere fornita la V_{MO} , la quale non deve mai essere superata nelle varie fasi di volo;
2. Per un sicuro utilizzo del landing gear;
3. La Massima velocità in aria turbolenta V_{RA} ;

b) Limitazioni del *PowerPlant*;

c) Limitazioni di Massa e Portanza:

1. Massimo peso di decollo;
2. Massimo peso di atterraggio;
3. Massimo peso static heaviness end static lightness;
4. Massimo peso di carico e distribuzione;
5. Massimo peso dei bagagli;
6. Massimo peso del comparto merci.

d) Limitazioni del centro di gravità;

e) Limitazioni dell'equipaggio, deve essere indicato il numero minimo e i compiti dell'equipaggio di bordo.

f) Tipo di operazioni:

1. VFR diurno/notturno (in Italia quest'ultimo non è previsto);
2. IFR diurno / notturno;

Per ogni caso devono essere indicate le minime condizioni metereologiche, e gli equipaggiamenti installati nel dirigibile.

g) Configurazione con il numero massimo di passeggeri;

h) Limitazioni di massima e minima pressione all'interno del pallone (Gas cell) e se installate la pressione consentita negli sfiati del pallone.

i) Massimi ratei di:

1. salita e discesa;
2. di manovra;

k) Indicazioni sulla posizione dei avvisi affissi all'interno del dirigibile, e descrizione si quello che vi deve essere scritto;

l) altre eventuali indicazioni come le condizioni estreme per il volo, tipi di superfici che possono essere utilizzate per le fasi di decollo e atterraggio;

Il capitolo delle Procedure Operative include i procedimenti da applicare durante il normale svolgimento del volo, oppure durante le condizioni di emergenza; inoltre vi sono descritte delle raccomandazioni sui comportamenti da attuare con lo scopo di aumentare la sicurezza del volo. Di seguito sono riportati alcuni esempi:

1. Velocità di salita per ogni variazione di altitudine (Raccomandazione);
2. Profilo di decollo/atterraggio, e utilizzo delle velocità, motore, trim in codesta fase (Raccomandazione);
3. Procedure di avvio/spegnimento motori;

Infine vi sono informazioni riguardanti la capacità di combustibile dei serbatoi.

Nella sezione di Informazioni sulle Performance sono contenute tutte le informazioni delle prestazioni del dirigibile, per mantenere una navigazione sicura, come ad esempio la minima quota che deve raggiungere dopo il decollo.

Il manuale di bordo è importante per l'equipaggio di volo, perchè tramite questo documento riescono a conoscere a pieno la macchina con cui lavorano.

Capitolo 3

NORMATIVE DI VOLO

3.1 Trattamento del Dirigibile in Ambito del Traffico Aereo

Il dirigibile viene considerato un aerostato propulso da un motore. Nel seguito del capitolo si farà riferimento al MOATS (Manuale Operativo dei Servizi del Traffico Aereo)

Nota. *L'art. 1 R.D. 11 gennaio 1925, n. 356 "Regolamento per la navigazione aerea" definisce il dirigibile come "un aerostato munito di organo motopropulsore e di mezzi di direzione".*

I voli degli aerostati possono essere effettuati con condizioni meteorologiche uguali o superiori a quelle previste per i voli VFR, nelle ore comprese tra mezz'ora prima/dopo dell'alba/del tramonto, secondo le effemeridi della località considerata. Il volo può essere svolto in tutto lo spazio aereo sovrastante il territorio nazionale ed anche sul mare fino a 5NM di distanza dalle coste italiane, ad una quota massima di 3000ft di altitudine o 1000 ft di altezza quale delle due è la più alta. Nel caso il volo vuole essere operato all'interno di spazi aerei A, C, D ed E e nelle zone di traffico aeroportuale, è necessaria la preventiva autorizzazione dall'ente ATS responsabile. Infine almeno 60 minuti prima dell'inizio del volo sarà fornito all'ARO competente, come indicato da AIP, il piano di volo contenente almeno le seguenti notizie:

- a) identificazione dell'aerostato;
- b) tipo dell'aerostato;
- c) base di partenza;
- d) base di destinazione;
- e) rotta prevista;
- f) durata del volo;
- g) frequenza radio;
- h) nome del pilota e numero delle persone a bordo.

Il volo di un dirigibile sarà semplicemente trattato come un volo VFR, con caratteristiche molto differenti dai normali velivoli, quindi andiamo ad analizzare come il volo a vista è regolamentato.

Le regole del volo a vista, si basano sul principio fondamentale del "vedere ed essere visti", infatti sarà responsabilità del pilota separarsi con gli altri aeromobili in volo e con gli ostacoli a terra. I limiti fissati per i VFR sono:

1. Quota Massima FL200 (20000 ft ovvero 6000 m circa);
2. Velocità inferiori a velocità supersoniche o transoniche;
3. Di Visibilità:
 - a. Spazi Aerei controllati 5km sotto FL100, 8km sopra FL100;
 - b. Spazi Aerei non Controllati 1.5 km;
4. distanza dalle nubi e dagli ostacoli al suolo:

- a. 1000 ft sopra e sotto, 1500 m laterali;
 - b. fuori dalle nubi e in contatto visivo;
5. non possono operare su zone intensamente popolate come città, paesi, insediamenti o assembramenti all'aperto di persone a ad un'altezza inferiore ai 1000 ft (circa 300 m) al di sopra dell'ostacolo più alto entro una zona di raggio di 600 m dalla posizione dell'aeromobile, se non diversamente specificato da ENAC oppure in fase di atterraggio o decollo;
 6. su zone differenti e non trattate nella nota 5, ad una altezza inferiore ai 500 ft (circa 150 m) al di sopra del suolo o dell'acqua, se non diversamente specificato da ENAC oppure in fase di atterraggio o decollo.

A titolo di miglior comprensione, abbiamo una tabella riepilogativa.

Spazio Aereo	Visibilità	Distanza dalle Nubi
Controllato	Sotto FL100 5 km Sopra FL100 8km	Orizzontale 1500 m Verticale 1000 ft
Non Controllato	1.5 km	Fuori dalle Nubi in contatto visivo con il suolo

Tabella 16 Riepilogo visibilità e distanza dalle nubi dei VFR per spazio aereo

In tal modo il pilota riesce ad effettuare il volo in totale sicurezza; si pone l'attenzione del lettore sui dati riguardanti alla visibilità sopra FL100, oppure ai limiti di velocità del VFR che sono inseriti per completezza del testo pure se non interessa per lo studio del dirigibile, infatti è difficile che l'aerostato arrivi ad una quota di 10000 ft, come impensabile che l'aeromobile in esame tocchi velocità transoniche o supersoniche.

Il pilota, per svolgere un volo sicuro con il dirigibile, deve conoscere le Regole dell'Aria che si applicano a tutti gli aeromobili dell'aviazione generale operanti nello spazio aereo entro il quale i servizi di navigazione aerea sono forniti dallo Stato Italiano; inoltre le regole dell'aria saranno valide per tutti gli aeromobili immatricolati in Italia, ovunque si trovino, fino a che non entrino in contrasto con le regole pubblicate dallo Stato avente giurisdizione nello spazio aereo attraversato. Al fine di una buona condotta del volo, in aggiunta delle regole generali devono essere rispettate le :

- Regole del Volo a Vista (VFR);
- le Regole del Volo Strumentale (IFR).

In condizioni meteorologiche di volo a vista, il pilota può effettuare il volo, o parte di esso, secondo le regole del volo strumentale. Le regole del volo strumentale possono essere rese obbligatorie anche in condizioni VMC in determinati spazi aerei. Nel caso in cui l'aeromobile in VFR sia all'interno di uno spazio aereo controllato (classe C, D) o non controllato (classe F, G) si applicano le seguenti regole per garantire le separazioni tra 2 o più aeromobili che operano nella stessa area. In ogni caso si deve evitare che gli aeromobili si passino sopra o al di sotto dell' altro traffico, a meno che i due mantengano quote molto

distanti cosiché gli effetti della turbolenza di scia siano trascurabili; quindi in applicazione delle regole, il pilota del dirigibile deve considerare:

- ***Diritto di Precedenza***

L'aeromobile che ha diritto di precedenza deve mantenere prua e velocità.

- ***Avvicinamento frontale***

Quando due aeromobili sono in avvicinamento frontale, o in situazione simile, e c'è pericolo di collisione, entrambi devono modificare la propria prua verso destra, per cui il dirigibile che a confronto di altri velivoli è meno agile, deve anticipare la virata per schivare;

- ***Convergenza***

Quando due aeromobili si trovano allo stesso livello e convergono, l'aeromobile che si trova con l'altro alla propria destra, deve dargli la precedenza, fatta eccezione per i seguenti casi:

1. gli aeromobili più pesanti dell'aria con propulsione a motore, devono dare la precedenza ai dirigibili, agli alianti ed ai palloni;
2. i dirigibili devono dare la precedenza agli alianti ed ai palloni;
3. gli alianti devono dare la precedenza ai palloni;
4. i piloti degli aeromobili con propulsione a motore devono dare la precedenza agli aeromobili dei quali siano informati o vedano che stanno trainando altri aeromobili od oggetti.

Per cui da quanto di evince dal punto 2, il dirigibile deve dare precedenza ad alianti e palloni, mentre ha diritto di precedenza dai velivoli e da elicotteri.

- ***Sorpasso***

Un aeromobile in fase di sorpasso, è definito come un aeromobile che si avvicina ad un altro dalla parte posteriore formando un angolo inferiore a 70°, che sarà compreso tra gli assi longitudinali degli aeromobili. L'aeromobile che sarà sorpassato in condizioni notturne, non è in grado di vedere nè le luci di navigazione dell'estremità alari dell'aeromobile che si appresta alla manovra. L'aeromobile che deve essere sorpassato ha il diritto di precedenza e l'aeromobile che sorpassa, sia esso in salita, in discesa o in volo orizzontale, deve mantenersi lontano dalla traiettoria dell'altro, modificando la propria prua verso destra, e nessun susseguente cambiamento nelle relative posizioni dei due aeromobili deve esimere l'aeromobile che sorpassa da tale obbligo sino a quando non abbia completato il sorpasso e si trovi in spazi liberi.

- ***Atterraggio***

Un aeromobile in volo, o in movimento sul suolo o sull'acqua, deve dare la precedenza agli aeromobili in atterraggio o che si trovino nelle fasi finali di avvicinamento per l'atterraggio (circuito di traffico).

Quando due o più aeromobili più pesanti dell'aria sono in avvicinamento ad un aeroporto per atterrarvi, l'aeromobile a quota superiore deve dare la precedenza

all'aeromobile a quota inferiore. Tuttavia quest'ultimo non deve in ogni caso utilizzare questa regola per inserirsi nella traiettoria di avvicinamento o sorpassare tale aeromobile quando questo si trovi nelle fasi finali di avvicinamento per l'atterraggio.

Ciononostante gli aeromobili più pesanti dell'aria con propulsione a motore devono dare la precedenza agli alianti.

- **Atterraggio di emergenza**

Un aeromobile, consapevole del fatto che un altro aeromobile è costretto ad atterrare, deve dare la precedenza a quest'ultimo.

- **Decollo**

Un aeromobile in fase di rullaggio sull'area di manovra di un aeroporto deve dare la precedenza agli aeromobili in fase di decollo o che si accingono a decollare.

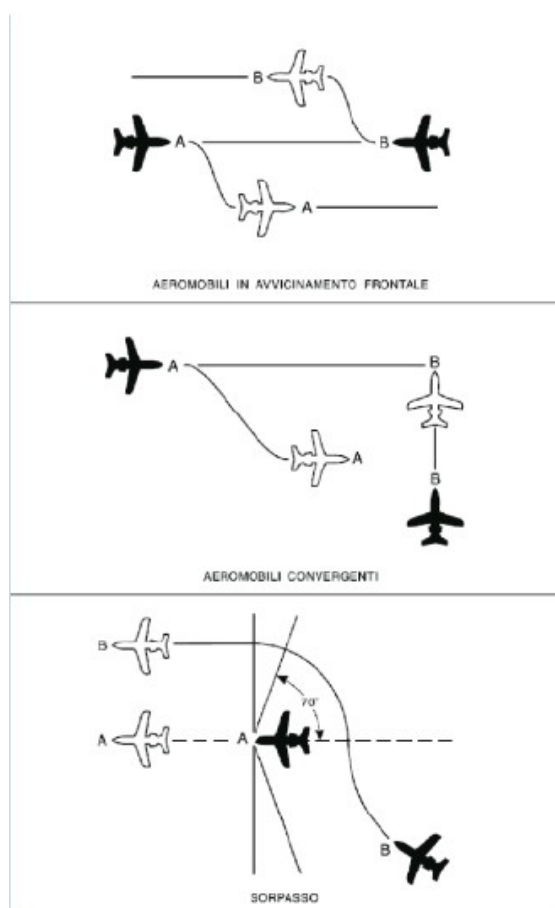


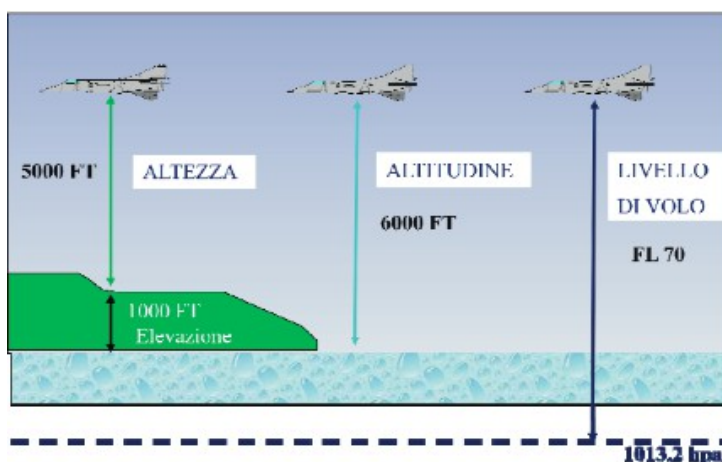
Fig.23 Aeromobili in avvicinamento frontale, convergente e sorpasso

(Fonte: Enac)

Un'altro aspetto importantissimo per il volo, è il regolaggio altimetrico, infatti le indicazioni che il pilota può avere sull'altimetro di bordo sono in funzione al dato di riferimento. Numerosi incidenti gravi sono accaduti per un errata impostazione dell'altimetro da parte del pilota; pertanto questo aspetto non deve essere trascurato. Qualora il riferimento dell'altimetro sia il valore di pressione esistente in quel momento al suolo QFE l'indicazione

ottenuta è un'altezza, mentre se si inserisce il valore di pressione esistente in quel momento al livello del mare QNH l'indicazione fornita è un'altitudine infine per volare con un riferimento standard unico è necessario inserire nell'altimetro un valore univoco per convenzione pari a: 1013.2 hPa detta anche isobara standard. Il QFE può risultare utile nella fase finale dell'atterraggio per avere un'idea della distanza verticale dalla pista. Al momento è scarsamente utilizzato e fornito ai piloti solo su loro richiesta.

Il QNH è la pressione atmosferica ricondotta al livello medio del mare mediante la relazione pressione-altezza dell'aria tipo. Il QNH, quindi, è il valore di pressione che inserito nell'altimetro farà sì che al suolo lo strumento indichi l'elevazione dell'aeroporto, ed a livello medio del mare segni zero. Sull'altimetro di un aeromobile regolato sul QNH, quando in volo, si leggerà l'altitudine dell'aeromobile rispetto al livello medio del mare (fig. 3). Il QNH viene comunicato al pilota che, dopo averlo inserito nell'altimetro, potrà separarsi dagli ostacoli.



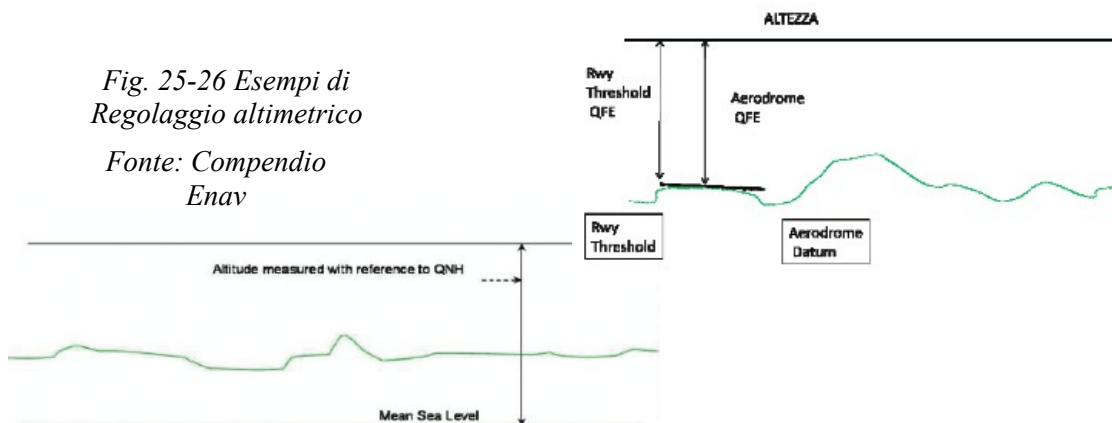
Fonte:
Compendio Enav

Fig.24 da sinistra a destra, esempi di Altezza, Altitudine, Livello di Volo

Il regolaggio standard si ottiene regolando l'altimetro su 1013,2 hPa, oppure 29,92 in per gli aeromobili i cui strumenti utilizzano la scala dei pollici. Questo tipo di regolaggio offre il vantaggio di essere univoco. Quando l'altimetro è regolato su 1013,2 hPa, le sue indicazioni indicano esclusivamente la distanza verticale tra l'a/m e la superficie isobarica 1013.2 che varia nel tempo e nello spazio in funzione delle condizioni atmosferiche reali.

Fig. 25-26 Esempi di Regolaggio altimetrico

Fonte: Compendio Enav



Da questo appare come con il dirigibile sia più utile volare in QNH, quindi per altitudini, in quanto teoricamente per volare in altezza esatta (QFE) dovrei avere tutti i valori di pressione locale per ogni punto della rotta del dirigibile.

3.2 Sistemi Di Regolaggio Altimetrico Icao Applicazione

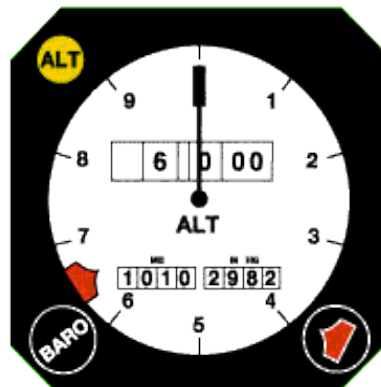


Fig17 Altimetro Aeronautico (Fonte:)

I sistemi di regolaggio altimetrico ICAO prevedono che:

- a) per il decollo e l'atterraggio il pilota deve disporre del dato QNH, che gli permette di verificare ed acquisire la separazione dal terreno, quindi riesce a determinare se l'indicazione fornita dall'altimetro sia corretta;
- b) per l'atterraggio, a richiesta, il pilota dovrà disporre anche del QFE;
- c) durante il volo in rotta la separazione verticale degli aeromobili è basata sulle indicazioni ottenute dagli altimetri regolati su 1013,2 hPa .

Questo criterio di massima è rispettato anche dalla normativa italiana e coniuga le diverse esigenze del pilota e dell'ATC. Essendoci una zona di discontinuità nei regolaggi altimetrici tra volo in rotta e volo nelle vicinanze degli a/d è necessario stabilire una zona di transizione, cioè una fascia di 1000 ft che permette di garantire la separazione tra gli aeromobili che operano con regolaggi differenti.

Come è noto l'altitudine di transizione una volta stabilita è fissa nel tempo e nello spazio invece il livello di transizione è funzione della posizione dell'isobara 1013.2. Con il diminuire della pressione atmosferica il livello di transizione si abbasserà e per mantenere uno spaziamento minimo di almeno 1000ft (strato di transizione) sarà necessario aumentarne il valore in base ad una tabella predefinita.



Fig. 6



Fig 26 Riguardante a/m in atterraggio o in decollo utilizzo passaggio 1013 – QNH
a/m in decollo passaggio QNH - 1013
(Fonte: Compendio Enav)

Il dirigibile difficilmente opera con l'isobara standard, per le quote limitate che mantiene durante il volo;

Suddivisione dello Spazio Aereo

Lo spazio aereo italiano è suddiviso verticalmente in:

- a) spazio aereo superiore, al disopra di FL 195;
- b) spazio aereo inferiore, da GND a FL 195 incluso.

La seguente tabella17 indica la classificazione dello spazio aereo dell'ICAO (International Civil Aviation Organization) adottata in Italia; illustra anche i servizi forniti e le tipologie di voli consentiti.

CLASSE	TIPO DI VOLO	SEPARAZIONE FORNITA	SERVIZIO FORNITO	LIMITAZIONI DI VELOCITA'	CONTATTO RADIO	AUTORIZZAZIONE ATC
A	IFR	A TUTTI I VOLI	ATC	NO	CONTINUO BILATERALE	SI
B	IFR	A TUTTI I VOLI	ATC	NO	CONTINUO BILATERALE	SI
	VFR					
C	IFR	IFR/IFR IFR/VFR	ATC	250kt AL DISOTTO DI FL100 (*)	CONTINUO BILATERALE	SI
	VFR	VFR/IFR	ATC (VFR/VFR: TFCI e TFCAA o/r)			
D	IFR	IFR/IFR	ATC (IFR/VFR: TFCI e TFCAA o/r)	250kt AL DISOTTO DI FL100 (*)	CONTINUO BILATERALE	SI
	VFR	NO	ATC (VFR/IFR: TFCI e TFCAA o/r); VFR/VFR: TFCI			
E	IFR	IFR/IFR	ATC (IFR/VFR: TFCI **)	250kt AL DISOTTO DI FL100 (*)	CONTINUO BILATERALE	SI
	VFR	NO	TFCI (**), FIS e ALRS		NO	NO
F	IFR	IFR/IFR (**)	ADVS, FIS e ALRS	250kt AL DISOTTO DI FL100 (*)	CONTINUO BILATERALE	NO
	VFR	NO	FIS e ALRS		NO	
G	IFR	NO	FIS e ALRS (ATC ****)	250kt AL DISOTTO DI FL100 (*)	CONTINUO BILATERALE	NO
	VFR	NO	FIS e ALRS (ATC ****)		NO (CONTINUO BILATERALE ****)	

* ECCETTO AEROMOBILI MILITARI
** PER QUANTO POSSIBILE
*** NELLE ATZ DEGLI AEROPORTI CONTROLLATI A REGOLAMENTAZIONE SPECIALE
**** NELLE ATZ DEGLI AEROPORTI CONTROLLATI A REGOLAMENTAZIONE SEPCIALE O SUI QUALI E' FORNITO L'AFIS

ATC: AIR TRAFFIC CONTROL
TFCI: TRAFFIC INFORMATION
TFCAA: TRAFFIC AVOIDANCE ADVICE
FIS: FLIGHT INFORMATION SERVICE
ALRS: ALERTING SERVICE
ADVS: ADVISORY SERVICE

Tabella 17 Classificazione Spazio Aereo
(Fonte: Compendio Enav)

Gli spazi aerei che forniscono servizi ATC sono detti **CONTROLLATI**, quindi oltre a servizi di informazioni di volo, danno anche istruzioni e autorizzazioni agli aeromobili che dovranno essere eseguite.

Mentre gli spazi aerei che forniscono il servizio di FIS, ovvero di informazioni di volo sono detti **NON CONTROLLATI**.

Quindi in sintesi

- spazi aerei A, B, C, D, E sono spazi aerei **CONTROLLATI**.
- spazi aerei F, G sono spazi aerei **NON CONTROLLATI**.

I **voli VFR** hanno i seguenti obblighi o divieti a seconda dell' ente interessato:

Sono vietati negli spazi aerei di classe *A*.

Negli spazi aerei di classe *B, C, D, E* è obbligatorio il continuo contatto radio bilaterale con il competente Ente del Servizio del Traffico Aereo.

Debbono ottenere un'autorizzazione del Controllo del Traffico Aereo dal competente Ente dei Servizi del traffico aereo per interessare spazi aerei di classe *B, C, D*.

Per una completa visione dello spazio aereo italiano ed europeo descriviamo la suddivisione dello spazio aereo:

- **ATZ (Aerodrome Traffic Zone)**

Definizione: spazio aereo di definite dimensioni, posto a protezione del traffico di aerodromo.

Spazio aereo disposto nelle vicinanze di uno aeroporto, può essere controllato o no, nel primo caso vi sarà l'ente TWR (Torre di controllo) che fornisce i servizi di controllo del traffico ATC, servizio di informazioni di volo FIS, e di allarme ALS, possono essere di classe *C, D*. Mentre nel caso non sia controllato vi sarà l'ente AFIS (*Flight Information Service*) che fornisce servizi di informazioni del volo e di allarme, classe *G*.

- **CTR (Control Zone)**

Definizione: spazio aereo controllato che si estende verso l'alto dalla superficie terrestre fino ad un determinato livello superiore (definizione ICAO).

Il CTR è uno spazio aereo sempre controllato di definite dimensioni, al cui interno vengono forniti i servizi ATC, FIS e ALS da un *Approach Control (APP)* - Controllo di Avvicinamento, che può avvalersi o meno dell'ausilio del Radar; il CTR può essere suddiviso in più settori, i quali possono partire, tranne uno, anche da livelli posti al di sopra della superficie terrestre. Il CTR viene istituito in prossimità di uno o più aeroporti sui quali insiste un intenso flusso di traffico, tale da richiedere uno spazio ed un ente adeguati a gestire con sicurezza e speditezza tale flusso, sia in arrivo che in partenza, da tali aeroporti. Sono classificati "*C*" o "*D*".

- **TMA (Terminal Control Area)**

Definizione: spazio aereo controllato, che si estende verso l'alto da un livello posto al di sopra della superficie terrestre, fino ad un determinato livello superiore, normalmente istituito alla confluenza di più rotte ATS ed in prossimità di uno o più aerodromi importanti (definizione ICAO).

La TMA è uno spazio aereo controllato, normalmente suddiviso, sia orizzontalmente che verticalmente, in più settori al cui interno vengono forniti l'ATC, il FIS e l'ALS da un Centro di Controllo ACC, la TMA ha dimensioni definite, stabilite in base a necessità ATC e geografiche. La TMA viene istituita in prossimità di uno o più aeroporti (e quindi di uno o più CTR), sui quali insiste un intenso flusso di traffico, tale da richiedere uno spazio ed un ente, in Italia si possono trovare 4 ACC Milano, Padova, Roma e infine Brindisi.

- **AWY (Aerovia)**

Definizione: spazio aereo controllato, o parte di esso, che si estende verso l'alto da un livello posto al di sopra della superficie terrestre fino ad un determinato livello superiore, a forma di corridoio (definizione ICAO).

L'aerovia è uno spazio aereo che può essere controllato o non; nel caso in cui sia controllata, al suo interno vengono forniti l'ATC, il FIS e l'ALS da un ACC. L'aerovia può essere considerata una vera e propria "autostrada" del cielo, dato che connette tra loro le radioassistenze di navigazione.

- **Flight Information Region (FIR) - Regione Informazioni Volo**

Definizione: spazio aereo di definite dimensioni, entro il quale vengono forniti il FIS e l'ALS.

La FIR è uno spazio aereo non controllato, al cui interno vengono forniti il FIS e l'ALS da un apposito *Flight Information Centre (FIC)* - Centro Informazioni Volo; la FIR ha dimensioni definite, stabilite in base a necessità ATC e geografiche e, quando non diversamente necessario, i suoi confini coincidono con quelli geografici dello stato; lo spazio aereo di uno stato può essere suddiviso in più FIR.

Per quanto riguarda la classificazione, le FIR italiane (Roma, Milano e Brindisi) sono classificate "G", si estendono verticalmente dalla superficie terrestre fino a FL 195 incluso ed i rispettivi FIC (Milano, Roma, Padova e Brindisi) sono fisicamente ubicati nei rispettivi ACC. Per cui in Italia, le FIR hanno dei limiti verticali da rispettare in quanto al di sopra ci sono i settori dell'ACC, pertanto è l'ente utilizzato dai VFR, quando in volo, quindi anche il nostro dirigibile a seconda del suo volo contatterà il FIC più vicino per ottenere un servizio di informazioni e soprattutto di allarme; quest'ultimo importantissimo al fine della sicurezza del volo.

- **Upper Flight Information Region (UIR) - Regione Superiore Informazioni Volo**

In Italia la UIR è quella parte di FIR che si estende da FL 195 escluso fino alla fine dell'atmosfera terrestre; al suo interno vengono forniti l'ATC, il FIS e l'ALS da un ACC denominato *Upper Area Control Centre (UAC)* - Centro Superiore di Controllo d'Area; gli UAC italiani corrispondono ai settori *upper* (superiori) degli ACC italiani (Milano, Roma, Padova e Brindisi) che si avvalgono sempre dell'uso del Radar.

Per ragioni di completezza si sono inseriti tutti gli enti presenti in Italia, ma il dirigibile per le sue caratteristiche interesserà per la maggior parte gli enti come ATZ, CTR e FIR, in quanto il volo di un dirigibile viene compiuto nelle vicinanze delle aviosuperfici, essendo zone poco trafficate, ove esiste un operatore Radio locale che fornisce le informazioni meteorologiche senza dare informative di traffico.

Una aviosuperficie è una zona destinata al decollo e atterraggio di aeromobili, non iscritta al demanio aeronautico, per codesto motivo le aviosuperfici non hanno indicatori di località ICAO.

Infine il dirigibile non opererà all'interno delle TMA, a meno che non sia un IFR, in ogni caso un pilota VFR potrebbe lo stesso utilizzare le radioassistenze delle aerovie per seguire la rotta voluta oppure per ricavarsi la posizione effettiva.

3.3 Installazione Ed Uso Del Transponder Per Radar Secondario Di Sorveglianza (SSR Transponder) Nello Spazio Aereo Italiano



Fig. 27-28 Transponder Modo A C
Fonte: wikipedia.com

SSR Transponder Modo A e Modo C

Tutti gli aeromobili che operano nello spazio aereo italiano di Classe A, B, C, D, ed E devono essere equipaggiati con un transponder che abbia capacità minima di Modo A e di Modo C, in aggiunta valida solo per tutti i velivoli e gli elicotteri che operano nello spazio aereo italiano in qualunque classe di spazio aereo presentano il requisito di avere il transponder. Per cui, da come si evince nella definizione, nel dirigibile non è richiesto il transponder nel solo caso operi in spazi aerei F e G. Ovviamente il progettista installerà il transponder per rendere l'aeromobile più completo e per poter operare anche in spazi aerei controllati. Il transponder deve essere tenuto acceso e operante, inserendo gli appropriati codici e ricevendo l'indicazione della quota espressa in intervalli non superiori ai cento piedi. Non sono considerate valide ai fini del volo nello spazio aereo italiano le eventuali inefficienze totali o parziali dei modi A o C del transponder, approvate dallo Stato di Operazioni, fatte salve le disposizioni descritte di seguito.

Nel caso di avaria del transponder in volo

In caso di avaria parziale o totale del transponder nel corso del volo, il pilota responsabile deve attenersi alle procedure contingenti riportate da AIP Italia.

Nel caso il transponder trasmetta un'indicazione di quota errata, quindi avaria al Modo C il pilota deve disattivarlo in modo da prevenire l'emissione di falsi avvisi di risoluzione (RA, Resolution Advisory) da parte di aeromobili equipaggiati con impianto ACAS;

Prima della partenza

In caso di avaria totale o parziale del transponder rilevata prima dell'inizio del volo, e qualora non sia possibile riparare o sostituire il transponder presso l'aeroporto di partenza, il pilota può effettuare un volo di trasferimento verso un aeroporto idoneo per le riparazioni.

Codici SSR

I piloti di aeromobili che svolgono voli in IFR devono inserire nel transponder i codici indicati dall'appropriata autorità ATC.

Volo IFR

Il Codice SSR 2000 deve essere usato dagli aeromobili che entrano nelle FIR/UIR italiane provenienti da un'area dove il servizio radar non è assicurato, salvo diversa istruzione dall'Ente ATC.

Volo VFR

Il Codice SSR 7000 deve essere usato dagli aeromobili che entrano nelle FIR italiane, oppure in spazi aerei controllati, provenienti da un'area dove il servizio radar non è assicurato, salvo diversa istruzione dall'Ente ATC.

Per le situazioni di emergenza devono essere usati i seguenti codici:

- Codice SSR 7500 per azioni di interferenza illecita a bordo;
- Codice SSR 7600 in caso di avaria radio;
- Codice 7700 negli altri casi di emergenza.

Per cui il pilota del dirigibile inserisce 7000 nel transponder, quando entra in un spazio aereo controllato classe C o D, in questo modo se riceve indicazione di inserire un determinato codice per il contatto radar, il controllore riuscirà a conoscere la posizione del traffico e la sua quota.

Transponder con Modo S

Per consentire la funzionalità dei sistemi di controllo dei movimenti a terra, a decorrere dal 1° settembre 2007, devono essere equipaggiati con transponder Modo S secondo livello, tutti gli aeromobili che intendono condurre operazioni in bassa visibilità sugli aeroporti di Milano Linate e Milano Malpensa. Il transponder modo S è richiesto, a partire dalla stessa data, per l'accesso allo spazio aereo di quegli Stati che aderiscono al programma Elementary Surveillance di EUROCONTROL.

Il Modo S, lo si è accennato per completezza dell'articolo, il progettista non è tenuto a installarlo perchè al momento in Italia non è necessario per tutti gli spazi aerei, quindi la decisione sarà del cliente; pertanto il transponder potrà essere attivato solo con modo A e C.

I requisiti meteorologici sono importanti per il costruttore in fase di progettazione del dirigibile, quindi sono definite VMC (Visual Meteorological Conditions) le condizioni minime e necessarie per effettuare un volo VFR, condizioni che variano a seconda della classificazione dello spazio aereo in cui si opera e la quota interessata. I moderni dirigibili hanno quote di tangenza vicine ai 8000 ft, quindi le limitazioni che si hanno in quota possono essere non considerate, ma sono state inserite per completezza.

Nella tabella 18 sottostante sono riportati le VMC (Visual Meteorological Conditions)

Altitudine	Classe di spazio aereo	Visibilità in volo	Distanza dalla nubi
A o al di sopra di FL 100	B C D E F G	8 km	Orizzontale: 1500 Verticale: 1000 ft
“Al di sotto di FL 100” e “al di sopra di “3000 ft AMSL o 1000 ft AGL (quale più alto)””	B C D E F G	5 km	Orizzontale: 1500 Verticale: 1000 ft
A o al di sotto di “3000 ft AMSL o 1000 ft AGL (quale più alto)”	B C D E	5 km	Orizzontale: 1500 Verticale: 1000 ft
X	F G	5 km	Fuori dalle nubi ed in contatto visivo con il suolo e/o con l’acqua

Tabella 18 VMC (Visual Meteorological Conditions)

Fonte: MOATS

I voli VFR non devono decollare o atterrare su un aeroporto ubicato all’interno di una zona di controllo, o entrare nella zona di traffico di aeroporto o nel suo circuito di traffico:

a) quando il ceiling* è inferiore a 1500 ft

b) quando la visibilità al suolo è inferiore ai 5 km.

Eccetto quando vi è un’autorizzazione da parte del competente ente di controllo del traffico aereo.

***Definizione Ceiling**

Altezza, al di sopra del suolo o dell’acqua, della base del più basso strato di nubi al di sotto di 20000 ft che copre più della metà del cielo.

Nel caso al campo non vi siano le VMC, il pilota può richiedere all’ente di controllo l’approvazione del VFR speciale. Tale richiesta può essere fatta per:

1. entrare in una zona di controllo allo scopo di atterrare;
2. decollare allo scopo di uscire da una zona di controllo;
3. operare all’interno di una zona di controllo;
4. attraversare una zona di controllo.

Per cui si applicano le seguenti minime meteo per I VFR speciali:

1. Almeno 1500 m di visibilità al suolo per operazioni di aeromobili ad ala fissa per decolli e atterraggi; nel caso di elicotteri si abbassa a 1000m;
2. Almeno 1500 m di visibilità in volo per le operazioni degli aeromobili all’interno della zona di controllo o per l’attraversamento della stessa; nel caso di elicotteri si abbassa a 1000m;
3. Il ceiling non inferiore ad un’altezza che consenta al pilota di mantenersi al di sotto della base delle nubi ed in contatto visivo con il suolo e/o con l’acqua, nel rispetto

delle altezze minime per i voli VFR, e comunque, per decolli e atterraggi, non inferiore a 1000 ft

Le richieste di VFR speciale difficilmente non vengono approvate dagli enti di controllo; in caso contrario non essendo autorizzato dall'ente, il pilota deve dirottare sull'aeroporto o aviosuperficie più vicina l'atterraggio.

3.4 Servizio di Allarme

Il servizio di allarme deve essere fornito dall'ente ATS a tutti gli altri aeromobili per i quali è stato presentato un piano di volo, oppure per gli aeromobili che usufruiscono del servizio di controllo del traffico aereo o del servizio di informazioni di volo aeroportuale. Infine il servizio viene fornito a qualsiasi aeromobile che risulti o si ritenga soggetto ad interferenza illecita.

Per i voli VFR senza piano di volo il servizio di allarme viene previsto nel caso in cui il volo venga condotto in spazi aerei di classe C o D e nelle ATZ di classe G, sede di AFIU; se i VFR senza piano operano all'interno di spazi aerei di classe E e G, verrà erogato il servizio di allarme, solo quando il pilota comunica che l'aeromobile non in grado di continuare il volo oppure necessita di ricerca e/o soccorso; pertanto l'operatore FIC non è tenuto ad attivare il servizio ALRS in caso di mancato riporto di posizione da parte del pilota. I FIC o gli ACC fungono da punto centrale per la raccolta delle informazioni relative allo stato di emergenza di un aeromobile che opera nelle aree interessate, e per la trasmissione di tali informazioni al centro di coordinamento soccorso appropriato. Infatti se un aeromobile viene a trovarsi in stato di emergenza mentre è all'interno di uno spazio aereo di classe C, D e G, l'ente in questione deve immediatamente informare il FIC o l'ACC responsabile.

Gli enti ATS devono notificare al servizio SAR (Search And Rescue) l'esistenza di un aeromobile considerato in stato di emergenza in accordo a quanto segue:

- INCERFA Fase di incertezza, quando:

- 1) nessuna comunicazione è stata ricevuta da parte di un aeromobile entro un periodo di trenta minuti dall'orario in cui si sarebbe dovuta ricevere una comunicazione, ivi inclusa la comunicazione di "operations normal", o in cui sia stato effettuato, senza successo, un primo tentativo di stabilire le comunicazioni con tale aeromobile, quale dei due casi si verifichi per primo;
- 2) un aeromobile manca di arrivare entro trenta minuti dall'ultimo orario stimato di arrivo notificato agli enti ATS, o stimato da essi, quale dei due casi si verifichi per ultimo; eccetto quando non sussista alcun dubbio sulla sicurezza dell'aeromobile e dei suoi occupanti.

- ALERFA Fase di allarme, quando:

- 1) A seguito della fase di incertezza, successivi tentativi di stabilire le comunicazioni con l'aeromobile o indagini presso altre fonti pertinenti non hanno fornito alcuna notizia sull'aeromobile;
- 2) Un aeromobile manca di collegarsi con l'ente ATS aeroportuale dopo essergli stato trasferito, interrompe il contatto radio dopo un'iniziale comunicazione, è stato

autorizzato all'atterraggio e interrompe le comunicazioni, non atterra entro cinque minuti dall'orario stimato di atterraggio; oppure

- 3) sono state ricevute informazioni indicanti che l'efficienza operativa dell'aeromobile è compromessa, ma non al punto da far ritenere probabile un atterraggio forzato; eccetto quando non sussistano dubbi circa la sicurezza dell'aeromobile e dei suoi occupanti;
- 4) si sa o si presume che un aeromobile sia soggetto ad interferenza illecita.

- **DETRESFA** Fase di pericolo quando:

- 1) a seguito della fase di allarme, ulteriori tentativi infruttuosi di stabilire le comunicazioni con l'aeromobile e indagini a più largo raggio, anch'esse infruttuose, indicano la probabilità che l'aeromobile sia in pericolo;
- 2) si ritiene che il combustibile a bordo sia esaurito o insufficiente tale da consentire all'aeromobile di raggiungere la salvezza;
- 3) si ricevono informazioni indicanti che l'efficienza operativa dell'aeromobile è compromessa al punto da far ritenere probabile un atterraggio forzato;
- 4) si ricevono informazioni che l'aeromobile stia per effettuare, o abbia effettuato, un atterraggio forzato, eccetto quando vi sia la ragionevole certezza che l'aeromobile ed i suoi occupanti non sono minacciati da grave ed imminente pericolo e non richiedono immediata assistenza.

La notifica deve contenere le informazioni disponibili, fra le seguenti, nell'ordine indicato:

- a) INCERFA, ALERFA o DETRESFA, come appropriato alla fase dell'emergenza;
- b) organizzazione e persona che effettua la notifica;
- c) natura dell'emergenza;
- d) informazioni significative tratte dal piano di volo;
- e) ente che ha effettuato l'ultimo contatto, orario e mezzo usato;
- f) ultimo dato di posizione e come è stato determinato;
- g) colore e segni distintivi dell'aeromobile;
- h) merci pericolose trasportate;
- i) qualsiasi azione intrapresa dall'ente che effettua la notifica;
- j) altre pertinenti osservazioni;

Il lettore comprende la complessità e la lunghezza delle operazioni effettuate dai controllori o dai vari operatori, in quanto in operazioni tanto delicate un semplice errore potrebbe essere fatale per il volo. Durante la fase di emergenza, il pilota segue alla lettera la checklist emessa dal progettista per la sopracitata fase, al fine di evitare un aumento del work-load dell'equipaggio; in queste determinate situazioni il controllore potrebbe non ricevere i readback da parte del pilota a causa della mole di lavoro che si trova ad affrontare.

Il controllore è responsabile di allertare i servizi di soccorso e antincendio se si verifica un incidente ad un aeromobile sull'aeroporto o nelle sue vicinanze, se si ricevono informazioni secondo cui la sicurezza di un aeromobile possa essere o sia stata compromessa, se richiesto dall'equipaggio di condotta, o altrimenti quando ritenuto necessario.

Le modalità di fornitura del servizio di allarme da parte delle torri di controllo di aeroporto e degli AFIU sono disciplinate dal piano di emergenza aeroportuale. Tra le informazioni da fornire, la TWR o l'AFIU devono comunque fornire, se disponibile, il dato della quantità di combustibile a bordo. Un aeromobile soggetto ad interferenza illecita deve essere considerato in emergenza e devono essere applicate le relative procedure.

Nel notificare l'esistenza di aeromobili che necessitano di ricerca e soccorso ci si deve attenere ai seguenti criteri:

- a)** nel caso di interventi ricadenti nell'ambito di applicazione del piano di emergenza aeroportuale, si deve procedere secondo quanto ivi specificato;
- b)** in tutti gli altri casi, si devono allertare il Centro Coordinamento Ricerca e Soccorso dell'Aeronautica Militare ed il Centro Coordinamento Soccorso in Mare del Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto; quest'ultimo non deve essere allertato solo se vi è certezza che non sia interessato l'ambito marittimo.

I voli VFR che hanno presentato il piano di volo, durante le porzioni di volo entro spazio aereo di classi E e G, effettueranno un rapporto quanto prima possibile dopo la prima mezz'ora, ma non oltre la prima ora, di volo e successivamente ogni 30 minuti, semplicemente per indicare che il volo sta procedendo in accordo al piano di volo. Il rapporto è costituito dal nominativo dell'aeromobile e dall'espressione "OPERATIONS NORMAL". La comunicazione di "Normali Operazioni" sarà trasmessa in radiotelefonia all'ente ATS responsabile dello spazio aereo in cui l'aeromobile sta volando. In caso di mancata ricezione del rapporto di "Normali Operazioni" entro i 30 minuti successivi all'orario al quale si sarebbe dovuto ricevere, si deve dare corso alle pertinenti azioni previste per la fase di incertezza. La procedura di "Normali Operazioni" non si applica ai voli VFR senza piano di volo. Questo tipo di messaggio "Operation Normal" potrebbe essere molto utilizzato dai dirigibili date le loro prestazioni ed il loro utilizzo principale dato da pubblicità e studi. Quando un ente ATS ha accertato che un aeromobile si trova in uno stato di emergenza, gli altri aeromobili che si trovano nelle sue vicinanze devono essere informati appena possibile della natura dell'emergenza; eccetto qualora un aeromobile sia soggetto a un'interferenza illecita, nessun riferimento a tale stato di emergenza deve essere fatto nelle comunicazioni ATS terra/bordo, a meno che non sia lo stesso aeromobile coinvolto a farne per primo cenno e vi sia la certezza che tali riferimenti non aggravino la situazione in atto.

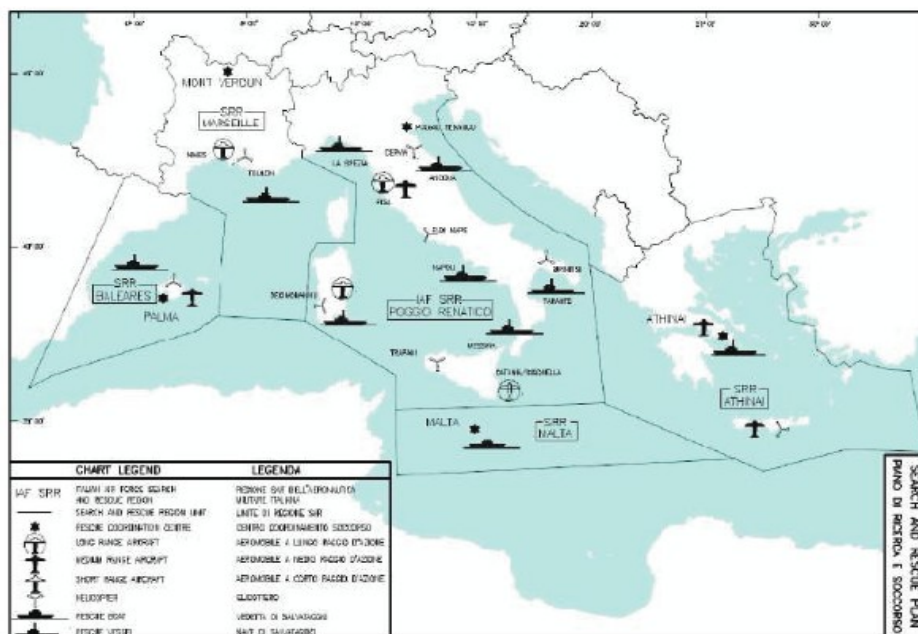
In coordinamento con il soggetto responsabile della conduzione delle attività di ricerca e soccorso, potrà essere istituita, dandone notizia all'utenza tramite NOTAM, un'area SAR, a protezione delle attività stesse. L'area SAR avrà limiti laterali definiti volta per volta in funzione delle esigenze operative; i limiti verticali saranno di norma compresi tra la superficie e 3000 ft AGL, quando l'area SAR è istituita sulla terra, e tra la superficie e 1500 ft AMSL, quando l'area SAR è istituita sul mare.

Gli aeromobili impegnati nelle attività di ricerca e soccorso contatteranno l'ente ATS responsabile prima di interessare l'area SAR; tale ente deve fornire ogni assistenza

possibile. La frequenza 121.5 MHz è continuamente monitorata da tutti gli enti ATS durante il loro orario di servizio. Tutte le stazioni costiere sono in ascolto sulle frequenze internazionali d'emergenza.



Fig 29 - 30 Centri delle Guardie Costiere Italiane e aree di giurisdizione
Fonte (Compendio Enav)



3.5 Piani Di Volo

Prima di iniziare un volo, normalmente, il pilota deve fornire le informazioni sul volo all'Ente ATS competente. I piloti o i loro rappresentanti sono responsabili della pianificazione, delle informazioni fornite e del corretto uso dei dati convenzionali. L'ente ATS che riceve un piano di volo, o sue modifiche, deve controllarne la completezza e, per quanto possibile, l'accuratezza. I contenuti del Piano Di Volo deve comprendere le seguenti informazioni:

- Identificazione dell'aeromobile;
- Regole del volo e tipo del volo;
- Numero e tipo/i di aeromobili e categoria della turbolenza di scia;
- Equipaggiamento;
- Aeroporto di partenza;
- Orario EOBT (Estimated Off-Block Time);
- Velocità di crociera;
- Livello di crociera;
- Rotta;
- Aeroporto di destinazione e durata stimata del volo;
- Aeroporto (i) alternato (i);
- Equipaggiamento per la Radio-Navigazione;
- Autonomia;
- Numero totale delle persone a bordo;
- Contrassegni dell'aeromobile;
- Equipaggiamento di emergenza e di sopravvivenza;

È consentita la presentazione di un piano di volo in forma ridotta ai voli locali; per volo locale si intende un volo che origina e termina sullo stesso aeroporto e che:

- a) si svolge all'interno del CTR/ATZ; o
- b) si svolge in aree anche esterne, ma adiacenti al CTR/ATZ, allo scopo addestrativo o di collaudo; o
- c) viene effettuato per attività di addestramento agli avvicinamenti strumentali sull'aeroporto.

Il piano di volo ridotto potrà essere presentato, al momento della messa in moto, direttamente in frequenza, salvo diverse disposizioni dell'ente responsabile della fornitura dei servizi di traffico aereo sull'aeroporto, e dovrà contenere almeno le seguenti voci:

- 1) Nominativo dell'aeromobile;
- 2) Tipo dell'aeromobile;

- 3) Area di attività;
- 4) Durata del volo;
- 5) Autonomia;
- 6) Numero delle persone a bordo;

La presentazione del piano di volo è obbligatorio per i voli:

- a) IFR;
- b) VFR che attraversano i confini FIR internazionali;
- c) VFR condotti all'interno di, o diretti verso, spazi aerei di classe "C" e "D";
- d) VFR con decollo o atterraggio su aeroporti sedi di ente ATS;
- e) VFR notturno.

Mentre non è obbligatorio la presentazione del piano di volo per i voli:

- a) VFR che operano di giorno con origine e destinazione nel territorio nazionale, senza scali intermedi in territorio estero, purché l'aeromobile sia munito di idoneo apparato per la localizzazione di emergenza (ELT) ;
- b) VFR che decollano ed atterrano sullo stesso aeroporto non sede di ente ATS;
- c) VFR che decollano da un aeroporto non sede di ente ATS e sono diretti su un aeroporto non sede di ente ATS ed il cui volo si svolga in spazio di classe E e G;
- d) VFR Notturmo che effettua voli locali in continuo contatto radio con lo stesso Ente ATS dell'aeroporto interessato.
- e) BAT

I voli VFR per i quali non è stato presentato un piano di volo, se stabiliscono contatto radio con un ente ATS, devono fornire il tipo dell'aeromobile e l'esplicita intenzione di operare senza presentare piano di volo con la frase: "NO FLIGHT PLAN"; nel caso del volo simulato che si presenta nel prossimo capitolo, il dirigibile è un volo locale ma attraversa zone di classe C, come ATZ e CTR di Bologna.

Il piano di volo deve essere presentato, per i voli che usufruiscono del Servizio di Controllo del Traffico Aereo:

- a) almeno 3 ore prima dell'EOBT per i voli IFR e misti;
- b) 30 minuti prima dell'EOBT per voli soggetti a misure ATFCM che optino per una rotta alternata (Piani di Volo Sostitutivi);
- c) almeno 30 minuti prima dell'EOBT per i voli VFR e per i voli VFR/N.
- d) senza limiti di tempo per voli:
 - di ricerca e soccorso/umanitari;
 - sanitari;
 - soggetti ad atti illegali;

- di Capi di Stato;
- che abbiano ottenuto l'autorizzazione per l'utilizzo dell'indicatore di status "STS/ATF- MEXEMPTAPPROVED" e lo riportino nel campo 18 del Piano di Volo;
- altri voli definiti dall'ENAC;

Nel caso siano previsti degli scali in aeroporti intermedi deve essere presentato un piano di volo separato per ciascuna tratta. La presentazione dei piani di volo per voli a scali multipli è consentita presso un unico ARO, pertanto prima del volo.

Nel caso di voli in partenza da aeroporti non sedi di ente ATS, oppure in caso di impossibilità di comunicare il piano di volo all'ARO competente, le notizie relative al piano di volo possono essere comunicate, appena possibile dopo il decollo, all'ente ATS responsabile per la fornitura dei servizi di traffico aereo nello spazio aereo in cui l'aeromobile sta volando. Tale ente, se necessario, può istruire l'aeromobile ad effettuare la comunicazione ad altro ente ATS. Se l'aeromobile non è in grado di effettuare la trasmissione all'ente ATS responsabile per la fornitura dei servizi di traffico aereo nello spazio aereo in cui sta volando, trasmetterà il piano di volo ad un'altra stazione di telecomunicazioni aeronautiche. Infatti nel prossimo capitolo, il volo simulato del dirigibile inizia da un aviosuperficie non sede di ente ATS, quindi il pilota a terra chiama telefonicamente il CBO di Linate per la presentazione del piano.

La chiusura del piano di volo avviene di persona o via radio, il più presto possibile dopo l'atterraggio, all'appropriato ente ATS dell'aeroporto di arrivo, per qualsiasi volo per il quale è stato presentato un piano di volo per l'intero volo o per la rimanente parte fino all'aeroporto di destinazione. Quando un piano di volo è stato presentato solo per una porzione di un volo, diversa dalla rimanente parte di volo fino a destinazione, deve essere chiuso con appropriato rapporto all'ente ATS responsabile per la fornitura dei servizi di traffico aereo nello spazio aereo in cui il volo si trova al momento della chiusura. Nel caso nessun ente ATS esiste sull'aeroporto di arrivo, la notifica di arrivo deve essere fatta dall'equipaggio di volo non appena possibile dopo l'atterraggio e con i mezzi più celeri disponibili al più vicino ente ATS. Se è noto che, sull'aeroporto di arrivo, i mezzi di comunicazione non sono idonei per la comunicazione del rapporto di arrivo e non sono disponibili modalità alternate al suolo, gli aeromobili, se praticabile, trasmetteranno all'ente ATS responsabile per la fornitura dei servizi di traffico aereo nello spazio aereo in cui ricade l'aeroporto di arrivo, trasmetteranno via radio la chiusura del piano di volo. In caso di impossibilità a stabilire il contatto radio con l'ente ATS responsabile, il rapporto potrà essere trasmesso ad un'altra stazione aeronautica di telecomunicazioni per il rilancio all'ente ATS responsabile. La chiusura del piano di volo diventa importantissima in quanto nel caso non avvenga si attivano le fasi di incerfa – alerfa – detresfa;

Capitolo 4

FRASEOLOGIA STANDARD

In questo capitolo si propone una simulazione realistica di una missione con il dirigibile. In particolare si simula un volo locale dall'Aviosuperficie di Ozzano dell'Emilia, con destinazione la stessa aviosuperficie.



Fig. 31 Volo completo (Fonte: AIP ITALIA)

Informazioni sul Volo

A/d partenza: Ozzano dell'Emilia;

A/d Arrivo: Ozzano dell'Emilia;

A/d Arrivo Alternato: Forlì;

Nominativo Radio: D-LZFN;

Volo VFR con piano di volo;

Rotta pianificata: Ozzano – Borgonuovo – LIPE – Ansa Reno – San Pietro in Casale –
Altedo – Medicina- Ozzano;

Autonomia: 6h;

Inoltre il pilota deve essere a conoscenza delle frequenze relative alle radioassistenze, e agli enti che durante il volo si dovrà interessare:

- BOA (VOR)117.10 Mhz;
- Bologna APP 120.100 Mhz ,TWR 120.800 Mhz;

- Padova Fic 124.150 Mhz;

Il pilota deve conoscere i limiti verticali degli Spazi Aerei che il suo volo interessa:



Fig. 32 Limiti Verticali Spazi Aerei nella vicinanza di Ozzano dell'Emilia
Fonte(AIP ITALIA)

Sarà compito del pilota e dell'equipaggio di volo, chiamare telefonicamente il CBO di Linate, in quanto Ozzano non è sede di Ente ATS, per la presentazione del piano di volo, che dovrà avvenire almeno 30' delle EOBT.

NOTA:

Per i calcoli dei tempi di percorrenza manteniamo una velocità costante per il volo di 26 kts (50 Km/h), inoltre i ratei di salita e discesa saranno di 300 ft/min.

4.1 FASE DI PARTENZA



Fase 1 ore 8:55

P. “Ozzano Radio, D-LZFN, richiediamo le ultime sul campo”

O. “D-LZFN, Ozzano Radio, vento da 220 gradi 5 nodi, QNH 1012”

P: Ozzano Radio, D-LZFN, vento da 220 gradi 5 knots, QNH 1012,



Immagini del dirigibile Pegasus
Fonte: bologna.repubblica.it



Fase 2 ore 8:58

P : Ozzano Radio, D-LZFN, decolliamo dalla nostra posizione, direzione Borgonuovo, e saliremo ad una quota di 1000ft;

O. : D-LZFN, Ozzano Radio, ricevuto, nessun traffico riportato nella zona;

P: Ozzano Radio, D-LZFN, in volo, inbound Borgonuovo, salendo a 1000 ft, contattiamo Bologna APP 120.100;

O.: D-LZFN, Ozzano Radio, in volo ai 01;

NOTA

Ozzano Radio, essendo uno spazio aereo non Controllato fornisce solo un servizio di Informazioni volo, ecco il motivo per il quale il pilota decolla senza nessuna autorizzazione da parte dell'operatore.

4.2 FASE DI CROCIERA



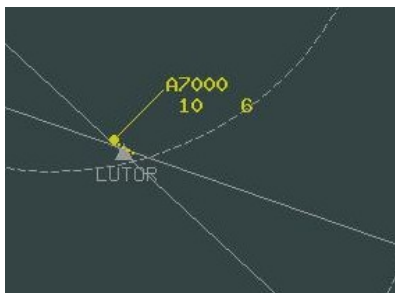
Fase 3 ore 9:03

P. : Bologna APP, D-LZFN inbound Borgonuovo climbing 1000 ft, estimated at 31;

C. : D-LZFN, Bologna APP, report over Borgonuovo, squawk code 2121;

P.: Bologna APP, D-LZFN report Borgonuovo, squawk code 2121;

Identificazione Radar



Ingresso nel CTR Codice A7000

Inserimento dal pilota del codice 2121

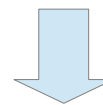


Label di colore Magenta in attesa di identificazione

Fase 4 ore 9:06

C. : Bologna APP, D-LZFN radar contact, report Borgonuovo;

P. : D-LZFN, Bologna APP, reaching 1000 ft, will report Borgonuovo;



Label di colore Verde che conferma l'avvenuta identificazione

Immagini Radar create dal sottoscritto con l'ausilio di Photoshop

Volo livellato in spazio aereo di Classe 'C'



Fase 5 ore 9:31

P. : Bologna APP, D-LZFN over Borgonuovo 1000 ft;

O. : D-LZFN, Bologna APP, orbit over Borgonuovo and contact Bologna TWR 120.100;

P. : Bologna APP, D-LZFN, orbit over Borgonuovo and contact Bologna TWR 120.100;



*Immagini del Dirigibile in Volo
Fonte: bologna.repubblica.it*

Fase 6 ore 09:33

P. : D-LZFN, Bologna TWR, orbiting over Borgonuovo, 1000 ft, request latest weather conditions;

C. : Bologna TWR, D-LZFN, runway in use 12, wind 120 degrees, QNH 1012, report intentions?;

P: D-LZFN, Bologna TWR, runway in use 12, copy wind, QNH 1012, we request to cross ATZ, to proceed direct to Ansa Remo;

C. : Bologna TWR, D-LZFN, copy your request, orbit over Borgonuovo, expect 10 minutes delay due to IFR sequence;

P: D-LZFN, Bologna TWR, start orbiting over Borgonuovo;

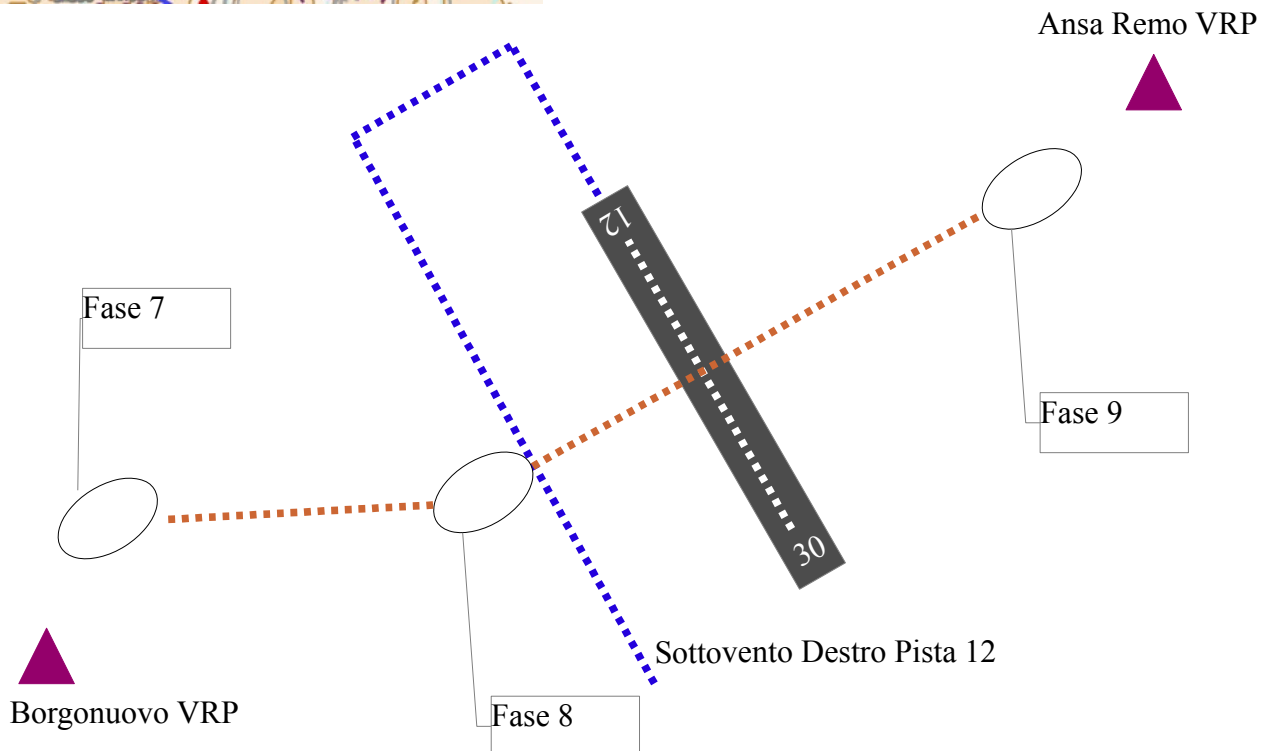
AVVICINAMENTO AERODROMO



Fase 7 ore 09: 40

C. : Bologna TWR, D-LZFN, join right downwind runway 12 and report mantaining downwind;

P: D-LZFN, Bologna TWR, join right downwind runway 12 and report, estimating in 13 minutes;



Nota:

Lasciando Borgonuovo, il dirigibile è come se fosse autorizzato ad attraversare il campo e dirigersi a Ansa Remo. Il controllore, essendo a conoscenza delle prestazioni del dirigibile fa riportare al pilota il sottovento destro. In questo modo “spezzetta” i riporti del pilota.

Fase 8 ore 9: 53

P: D-LZFN, Bologna TWR, right downwind runway 12 ready to cross;

C. : Bologna TWR, D-LZFN, roger cross the field and report Ansa Reno, confirm Ansa Reno estimated;

P. D-LZFN, Bologna TWR, wilco, estimate Ansa Reno at 10;



Immagini dell'attraversamento di LIPE. (Fonte: Torre di Controllo di Bologna.)



*Prima dell'attraversamento
Sottovento destro pista 12*



Attraversamento completato

4.3 CONDIZIONE DI TRAFFICO



Fase 9 ore 10.08

C. : Bologna TWR, D-LZFN, traffic information C-172 over Ansa di Reno 1000 ft opposite direction inbound left downwind runway 12, report traffic in sight,

P. D-LZFN, Bologna TWR, traffic insight, at present approaching Ansa di Reno 1000 ft, after will proceed to San Pietro in Casale estimated at 25;

C. : Bologna APP, D-LZFN, contact Padova Information 126.150;

P.: D-LZFN, Bologna TWR, will contact Padova Information 126.150;

Il traffico che sta lasciando Ansa Reno si sta portando in sottovento sinistro pista 12, mentre il dirigibile in direzione opposta sta raggiungendo Ansa Reno, una volta informati i traffici la separazione tra loro sarà effettuata applicando le regole dell'aria. In questo caso il pilota del dirigibile riporta il traffico in vista, quindi viene trasferito al ente limitrofo Padova FIC. Teoricamente il dirigibile ad Ansa Reno deve essere rilasciato a Bologna APP, ma previo coordinamento viene trasferito direttamente a Padova FIC.

VOLO ALL'INTERNO DI UNO SPAZIO AEREO 'G'

PADOVA FIC

Fase 10 ore 10.12

P.: D-LZFN, Padova Information, leaving Ansa di Reno 1000 ft, inbound San Pietro in Casale estimated at 25;

O. : Padova Information, D-LZFN, report San Pietro in Casale ;





Fase 11 ore 10.26

P. D-LZFN, Padova Information, over San Pietro in Casale, next will be Altedo estimated at 38;

O. : Padova Informatiom, D-LZFN, report Altedo ;



Dirigibile in Volo.
Fonte: bologna.repubblica.it

Fase 12 ore 10. 40

P. D-LZFN, Padova Information, over Altedo 1000ft, climb 1500 ft, inbound Medicina estimated at 10;

O. : Padova Informatiom, D-LZFN, report Medicina ;



Fase 13 ore 11.10

P. D-LZFN, Padova Inforamtion, over Medicina 1500ft, inbound Ozzano estimated at 25, descending 1000 ft;

O. : Padova Information, D-LZFN, report field in sight;

P. : D-LZFN, Padova Inforamtion, wilco;

Fase 14 ore 11.26

P. D-LZFN, Padova Inforamtion, field insight;

O. : Padova Information, D-LZFN, roger report able to close the Flight Plan when on the ground;

P. : D-LZFN, Padova Inforamtion, Affirm able to;

O. : Padova Information, D-LZFN, copy in this case contact Ozzano Radio 128.450;

P. : D-LZFN, Padova Inforamtion, with Ozzano Radio 128.450;



NOTA

Prima di contattare Ozzano Radio, l'operatore FIC chiede al pilota se abile a chiudere il piano di volo dopo l'atterraggio, in quanto essendo l'aerodromo di atterraggio non sede di ente ATS nel caso il pilota non chiudesse il piano di volo si attiverebbero i servizi di allarme. Nel caso il pilota non fosse abile, allora il piano di volo verrebbe chiuso con lo stesso operatore FIC.

4.4 AVVICINAMENTO E ATTERRAGGIO OZZANO DELL'EMILIA



Fase 15 ore 11.28

P. D-LZFN, Ozzano Radio, nuovamente con voi, richiediamo le ultime sul campo;

O. : Ozzano Radio, D-LZFN, vento 230 gradi, 5 nodi, QNH 1012;

P. : D-LZFN, Ozzano Radio, copiato il vento, QNH 1012, abbiamo il campo il vista per l'atterraggio;

O. : Padova Information, D-LZFN, ricevuto, riporti quando a terra;

P. : D-LZFN, Ozzano Radio, ricevuto riporteremo al termine delle operazioni;

Fase 16 ore 11.35

P. D-LZFN, Ozzano Radio, siamo a terra chiudiamo con voi;

O. : Ozzano Radio, D-LZFN, ricevuto buona giornata;

P. : D-LZFN, Ozzano Radio, Buona giornata;



Dirigibile a Terra.

Fonte: bologna.repubblica.it

Sarà compito del pilota informare telefonicamente il CBO di Linate, per la chiusura del Piano di volo entro i limiti di tempo.

NOTA: Le cartine Aeronautiche sono prelevate dal AIP ITALIA.

CONCLUSIONI

Le normative riguardanti i dirigibili che ho trovato a seguito di una analisi bibliografica sono:

- Airship Design Criteria (1995)
- TAR (Transport Airship Requirements) (2000)
- Airship LFLS (2001)

Il dirigibile in Italia non viene regolamentato direttamente da Enac per quanto riguarda la certificazione; pertanto ci si basa sulle esperienze storiche di altre nazioni, quali la Germania che utilizza la documentazione della FAA riconosciuta dall'EASA. Dalla normativa presa in esame, la TAR (Transport Airship Requirements) del 2000, si nota che la FAA vuole sensibilizzare i progettisti sull'aumento della sicurezza dei dirigibili in fase di progettazione in modo da analizzare a 360 gradi tutti i fattori che possono compromettere l'operatività dello stesso. Le differenze tra Airship Design Criteria e la TAR, sono dovute sia allo sviluppo tecnologico avuto tra la emissione dei due regolamenti, che per alcuni fattori considerati secondari nel 1995, ma rilevatisi non trascurabili per la sicurezza dell'aeromobile in seguito. Da parte di Enav S.p.a, i dirigibili sono considerati come dei VFR, con prestazioni ridotte. Per le loro grandi dimensioni e basse velocità sarà difficile che operino in zone molto trafficate o che atterrino in degli aeroporti controllati, salvo in casi eccezionali. Solitamente operano in aviosuperfici e in spazi aerei non controllati. A mio parere l'utilizzo di un dirigibile in Italia è limitato, in quanto si devono considerare le ridotte estensioni territoriali del nostro Paese e la presenza di molte catene montuose, che porterebbe portare dei limiti orizzontali e verticali da rispettare, per non entrare all'interno di spazi Aerei di classe A. Pertanto il campo di azione del dirigibile risulta molto ristretto. Tale problema non è riscontrato negli USA, ove si hanno spazi aerei non controllati da surface (SFC) – Flight Level (FL) 110; infatti come si può osservare dal volo simulato effettuato nelle vicinanze di Bologna, il dirigibile ha contattato 4 Enti, di cui 2 controllati, mantenendo una quota di 1000 ft AMSL. Se il pilota avesse deciso di volare ad una quota maggiore, avrebbe dovuto comunque rispettare il limite minimo di un settore della TMA di Padova di 5000 ft AMSL. In ogni caso il dirigibile potrebbe essere utilizzato in Italia a scopi turistici in quanto è in grado di far ammirare ai passeggeri le bellezze del nostro Paese.

Bibliografia

Enav Sp.a., Compendio Enav, Forlì, 2011;

Enav s.p.a, MOATS, Roma, 2013;

Manuale di Bordo del dirigibile

Enav s.p.a, AIP ITALIA, Roma, 2013;

Gabriel Alexander Khoury, Airship Technology, Cambridge 2012;

Dispense ENAC;

FAA TAR del 2000;

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno aiutato per la stesura della tesi con suggerimenti e critiche allo scopo di ottenere un buon elaborato. Inizio ringraziando il mio relatore il Dr. Ing. Ceruti, che mi ha seguito e dato i giusti input per completare la tesi.

Inoltre ringrazio delle persone a me care, che mi hanno aiutato con la correzione del testo:

Veronica, Cipo, Pelù, Guarò;

infine vorrei fare un ringraziamento particolare anche alle persone che direttamente o indirettamente mi hanno accompagnato durante il mio percorso di studi:

alla mia famiglia, Bevini, Davide, Moro, Burgo, Juri, Bove, Rizzi, Ted, Reggi, Padovva, Sodi, Pietro, Buccio, Corrado, la coppia Scompa e Fabbietto, Cristiano, Davidino, gli amici di Enav;

Questo lavoro è dedicato alla memoria di mio cugino