

PROGETTO DELLA FUSOLIERA

(Parte I)

Funzioni principali della fusoliera

La fusoliera di un velivolo deve:

- contenere il carico pagante (passeggeri, cargo, armamento eventualmente rimovibile)
- consentire un facile carico e scarico
- offrire protezione contro i fattori climatici (freddo, bassa pressione, velocità del vento)
- proteggere dal rumore esterno
- contenere il cockpit (tipicamente nella zona di prua)
- fornire il supporto strutturale per attaccare l'ala, gli impennaggi, i carrelli e i motori.
- fornire spazio per i sistemi, i motori, i carrelli, l'APU, i serbatoi di combustibile.
- ...

Il progetto della fusoliera: considerazioni generali

Cosa guida il progetto della fusoliera?

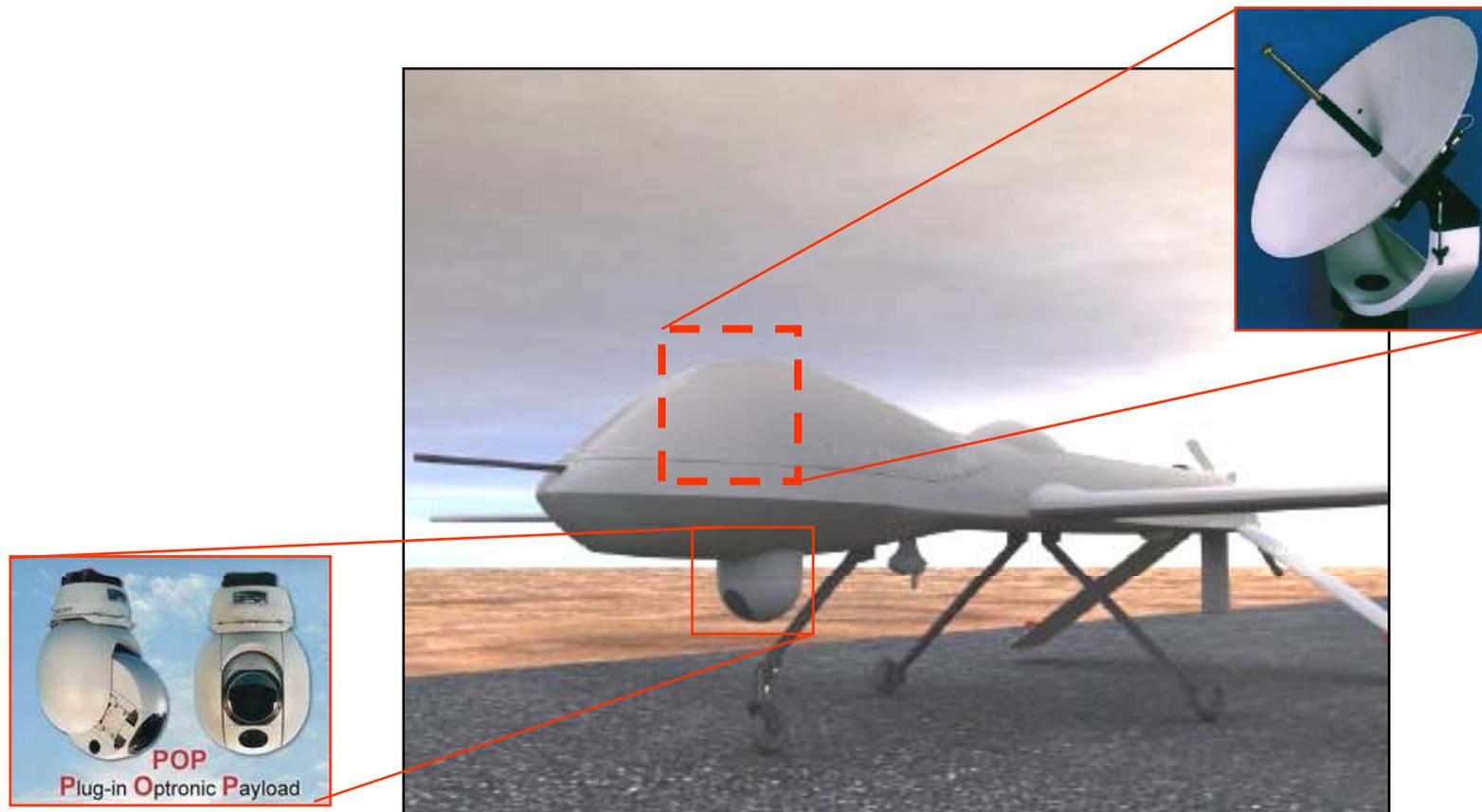
- **Requisiti del carico pagante**
- Considerazioni aerodinamiche
- Considerazioni strutturali
- ...



La fusoliera è tipicamente progettata dall'interno verso l'esterno

In volo subsonico i requisiti del carico pagante determinano principalmente la forma della fusoliera, anche se una opportuna distribuzione del carico pagante deve essere trovata per minimizzare le penalizzazioni aerodinamiche e strutturali.

Il progetto della fusoliera di un UAV come esempio dell'approccio di progettazione dall'interno all'esterno



Il progetto della fusoliera: allestimento della cabina

Fusoliere grandi consentono di trasportare più carico pagante, e/o di fornire un livello di comfort più elevato ... ma fusoliere piccole producono minor resistenza, quindi consumi e costi più bassi.

La resistenza della fusoliera rappresenta il 20-40% della resistenza a portanza nulla.

Un diametro di fusoliera del 10% più grande produrrà un incremento del 1.5-3% della resistenza totale ... quindi più spinta sarà richiesta, quindi più combustibile, quindi un'ala più grande, quindi una struttura più pesante, e così via con un tipico effetto di crescita a palla di neve!

Una sezione trasversale maggiore della fusoliera deve essere soppesata con l'incremento di pesi e costi. **Qual è il requisito più stringente?**



Il progetto della fusoliera: allestimento della cabina

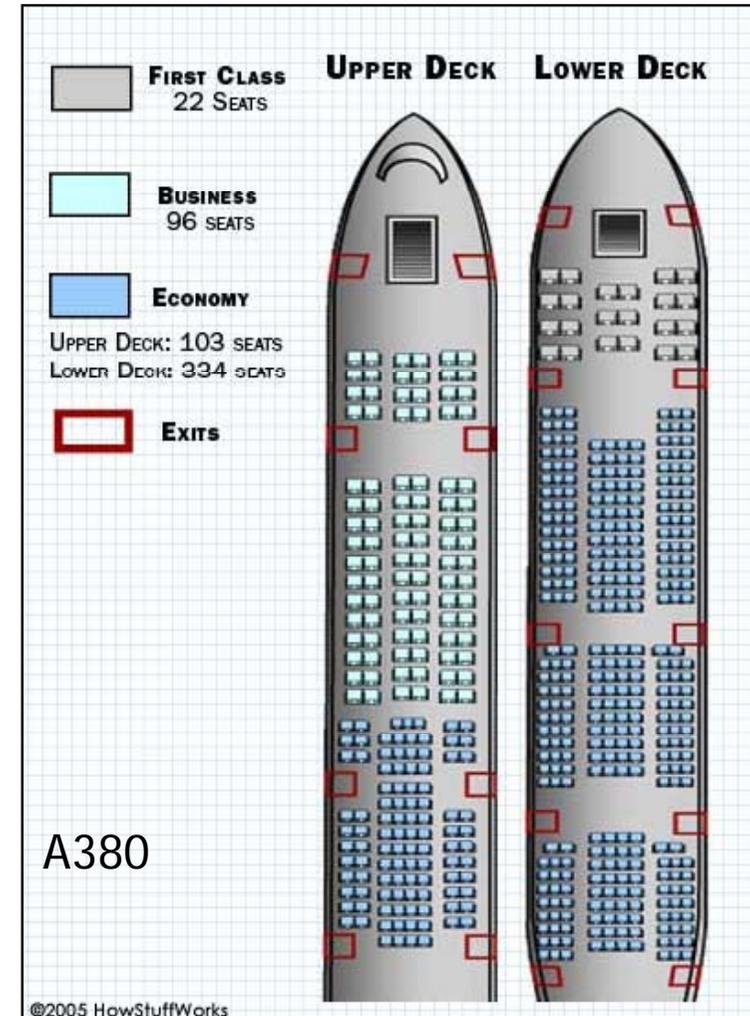
		B757	DC-10
Seats	Total	178	292
	First Class	16 (9%)	24 (8.2%)
	Coach	162 (91%)	268 (91.8%)
	First-Class Pitch	38 in.	38 in.
	Coach Pitch	34 in.	34 in.
	First-Class Aisle	2 + 2	3 + 3
	Coach Aisle	3 + 3	2 + 5 + 2
Lavatories	First Class	1	1
	Coach	3	6
	First-Class Pass./Lav.	16	24
	Coach Pass./Lav.	54	45
Galleys	First-Class Volume	70 f ³	120 f ³
	First-Class f ³ /Pass.	4.4	5.0
	Coach Volume	231 f ³	450 f ³
	Coach f ³ /Pass.	1.4	1.7

Fonte: Corke

Tipiche suddivisioni in posti di prima classe, business ed economici in un layout a 2 e 3 classi di posti:

Business and economy (10%, 90%)

First class, business, economy (8%, 13%, 79%)



Il progetto della fusoliera: allestimento della cabina



**Quanto è
flessibile il
vostro
progetto?**



Un velivolo durante la sua vita operativa tipicamente sottosta ad un numero di riconfigurazioni del suo allestimento interno. Quindi deve essere fornita la possibilità di riconfigurare facilmente il numero di posti per classe e/o il numero di classi in una stessa stagione.

Il progetto della fusoliera: allestimento della cabina



**Quanto è
flessibile il
vostro
progetto?**



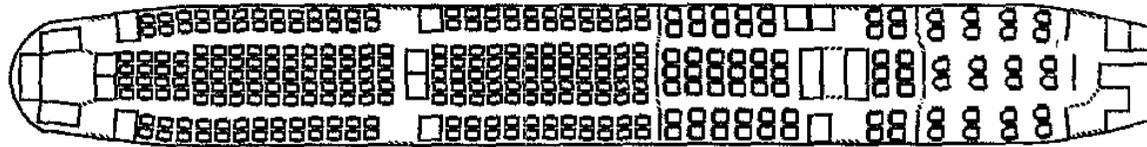
La flessibilità è un importante requisito.

Dovrebbe essere possibile riallestire il layout di cabina in relazione agli specifici requisiti momentanei dell'operatore: la linea aerea può decidere come far uso della capacità di carico del velivolo.

Grandi differenze nella densità sussistono tra la classe turistica e la prima classe. Lo stesso velivolo può essere riconfigurato da una configurazione ad alta densità ad una configurazione a 2 o 3 classi.

Il progetto della fusoliera: allestimento della cabina

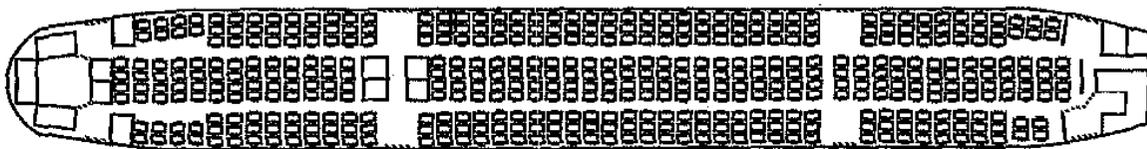
La flessibilità del layout è un requisito importante, sia per velivoli passeggeri ...



300 seats in three-class arrangement (three class at 60–38–32 pitch)



400 seats in two-class arrangement (two class at 38–32 pitch)



440 seats in a single class (single class at 32 pitch)

**Un velivolo,
3 diversi
allestimenti**

Fonte: Jenkinson

L'allestimento della cabina è piuttosto flessibile: l'aerolinea può decidere come usare la capacità di carico del velivolo.

Grandi differenze nella densità sussistono tra la classe turistica e la prima classe. Lo stesso velivolo può essere riconfigurato da una configurazione ad alta densità ad una configurazione a 2 o 3 classi

Il progetto della fusoliera: allestimento della cabina

... che per i velivoli da trasporto merci e i velivoli militari (sia da combattimento che da trasporto).

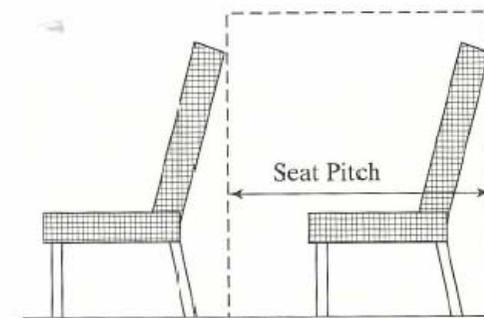
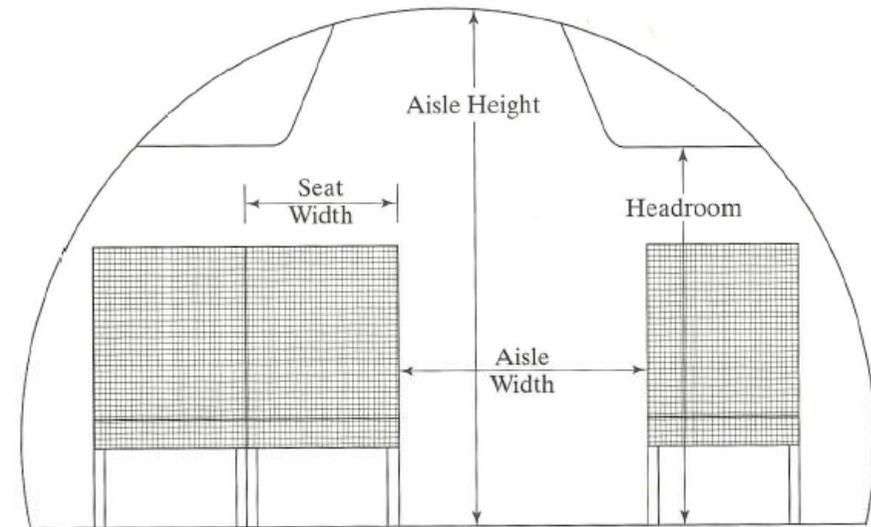


Fonte: www.airbusmilitary.com

Il successo di un velivolo è largamente determinato dalla sua flessibilità d'uso! La flessibilità non si raggiunge semplicemente! La si può ottenere in seguito ad una opportuna progettazione. Non si disegna prima la cabina e poi si vede cosa può contenere!!! Si progetta la cabina **in relazione ed attorno** a ciò che si vuole contenere! Si deve progettare dall'interno verso l'esterno. (requisiti speciali possono in questo modo effettivamente vincolare la libertà delle scelte di progettazione)

Progetto della sezione trasversale di fusoliera

	Long range	Short range
Seat width (in)	17 - 28	16 - 18
Seat pitch (in)	34 - 40	30 - 32
Headroom (in)	> 65	-
Aisle Width (in)	20 - 28	> 15
Aisle Height (in)	> 76	> 60
Lavatories/passengers	1/ (10-20)	1/ (40 -50)
Galley volume/passengers (ft ^3)	1- 8	0 - 1
Baggage/passengers (lbs)	40 - 60	40



I parametri indicati sopra assumono valori diversi in relazione alla tratta del velivolo: velivoli con autonomia maggiore devono garantire un livello più alto di comfort e la possibilità di portare più bagagli.

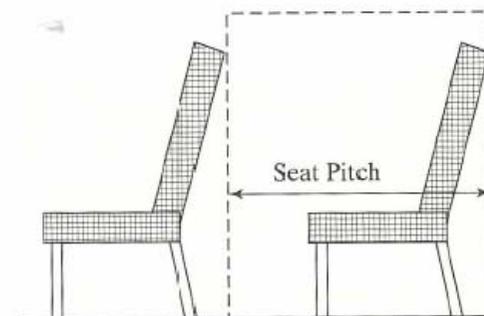
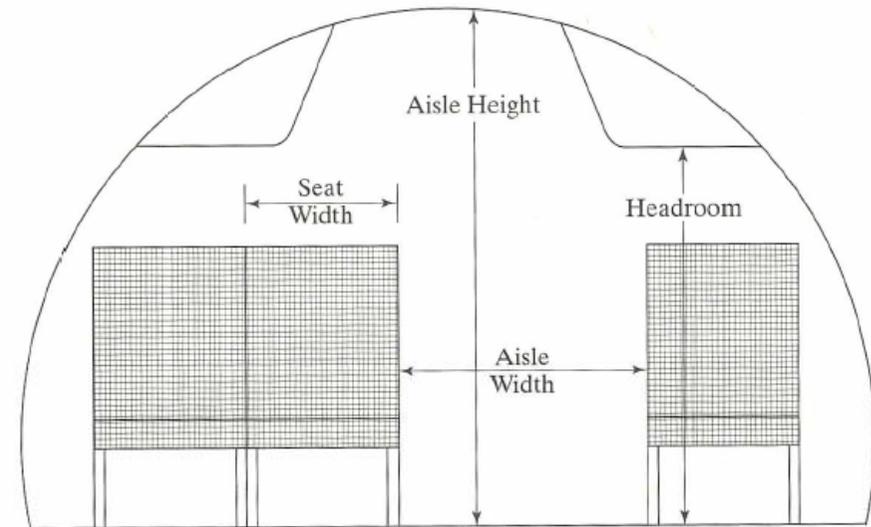
In linea di massima, quando si definisce la disposizione dei passeggeri, e quindi il numero di corridoi, Torenbeek suggerisce:

Numero di passeggeri > 150 => 2 corridoi (*aisles*)

Numero di passeggeri > 500 => due ponti

Progetto della sezione trasversale di fusoliera

	Long range	Short range
Seat width (in)	17 - 28	16 -18
Seat pitch (in)	34 - 40	30 - 32
Headroom (in)	> 65	-
Aisle Width (in)	20 -28	> 15
Aisle Height (in)	>76	> 60
Lavatories/passengers	1/ (10-20)	1/ (40 -50)
Galley volume/passengers (ft ^3)	1- 8	0 - 1
Baggage/passengers (lbs)	40 - 60	40



I regolamenti fissano il livello minimo di comfort e prescrivono il minimo spazio richiesto per una evacuazione sicura. Per velivoli aventi una capacità di carico di più di 44 passeggeri, deve essere dimostrato che il massimo carico di passeggeri incluso il numero di membri dell'equipaggio richiesti dai regolamenti per cui è richiesta la certificazione, può essere fatto evacuare dal velivolo al suolo in condizioni di emergenza simulata entro 90 secondi. Il numero massimo di posti affiancati è altresì prescritto dai regolamenti.

Table 9.1 Typical passenger compartment data

	First class	Economy	High density/ small aircraft
Seat pitch (in.)	38-40	34-36	30-32
Seat width (in.)	20-28	17-22	16-18
Headroom (in.)	> 65	> 65	-
Aisle width (in.)	20-28	18-20	≥ 12
Aisle height (in.)	> 76	> 76	> 60
Passengers per cabin staff (international-domestic)	16-20	31-36	≤ 50
Passengers per lavatory (40" × 40")	10-20	40-60	40-60
Galley volume per passenger (ft ³ /pass)	5-8	1-2	0-1

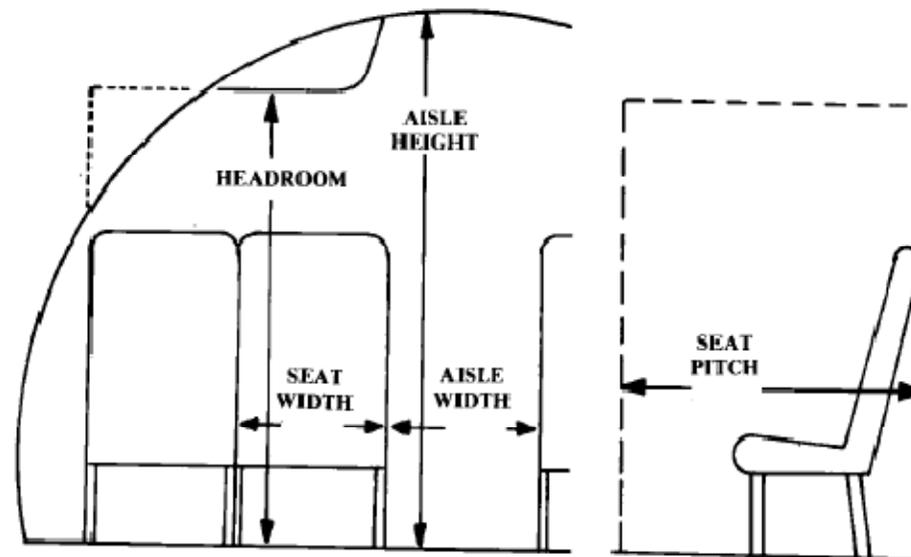


Fig. 9.3 Commercial passenger allowances.

FUS internal arrangement

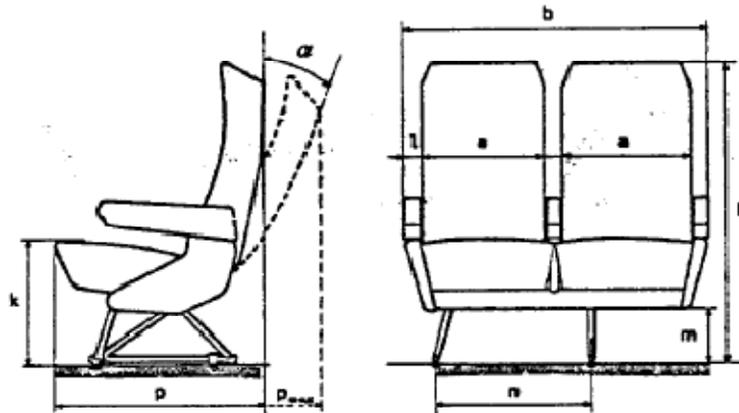
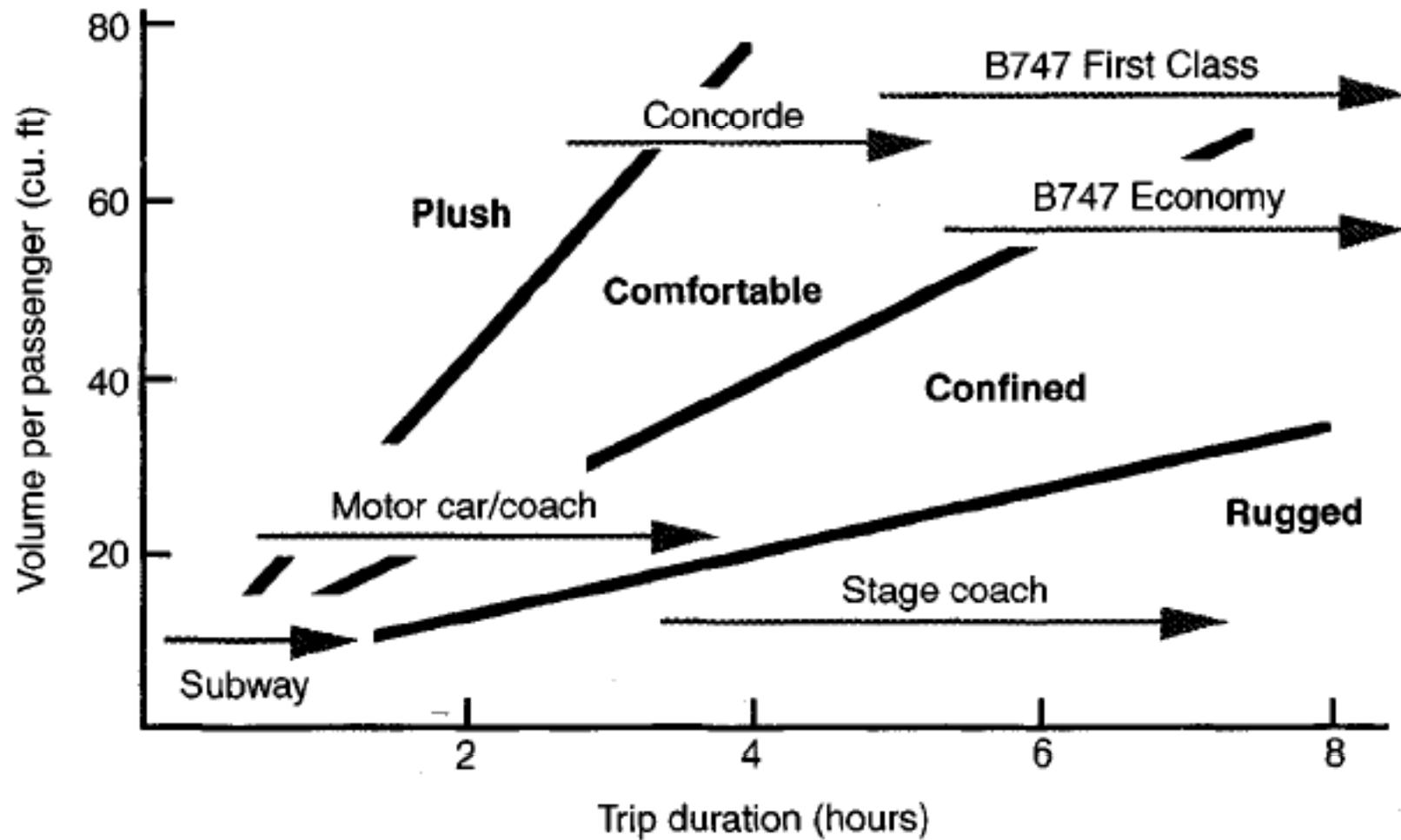
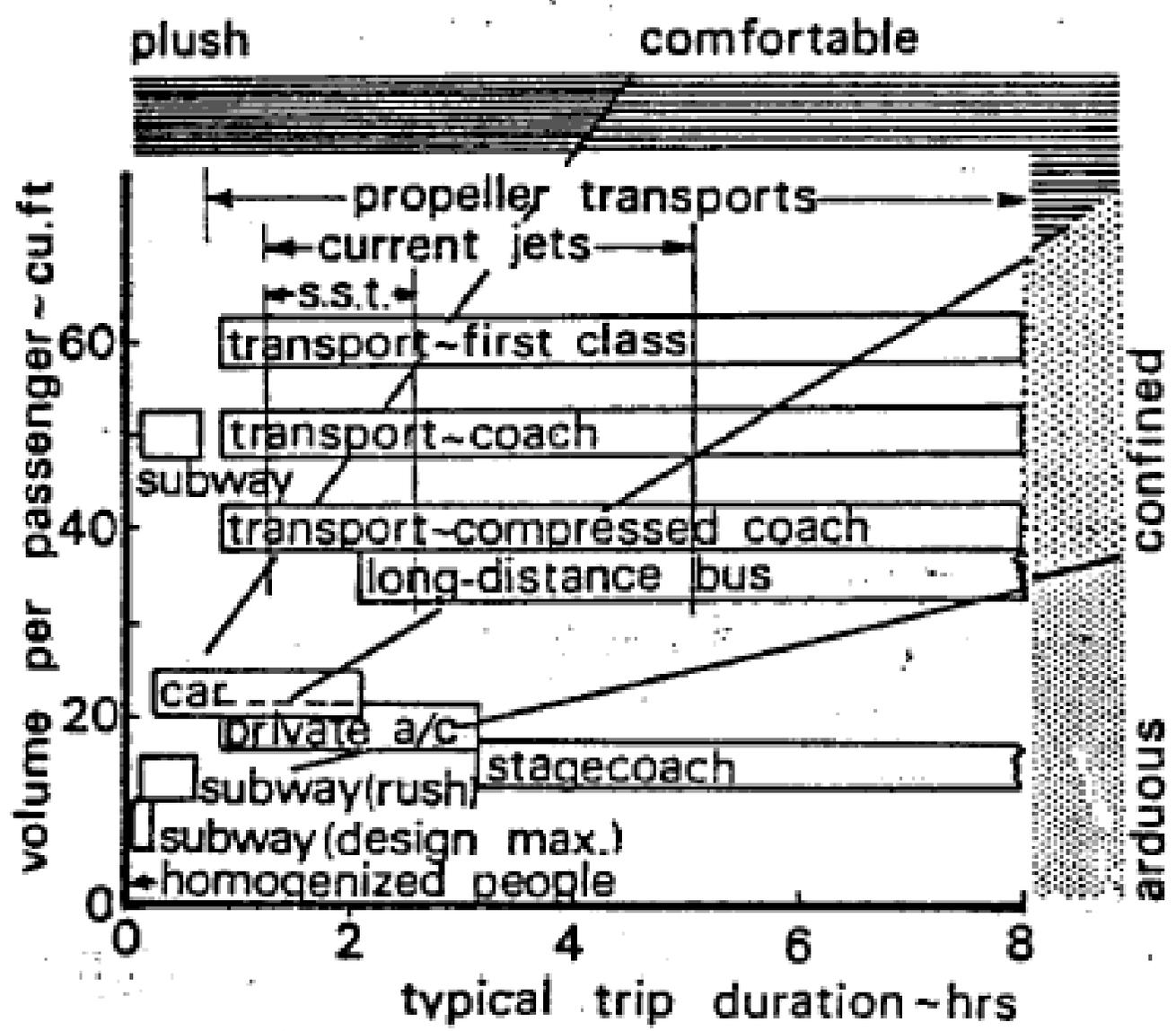


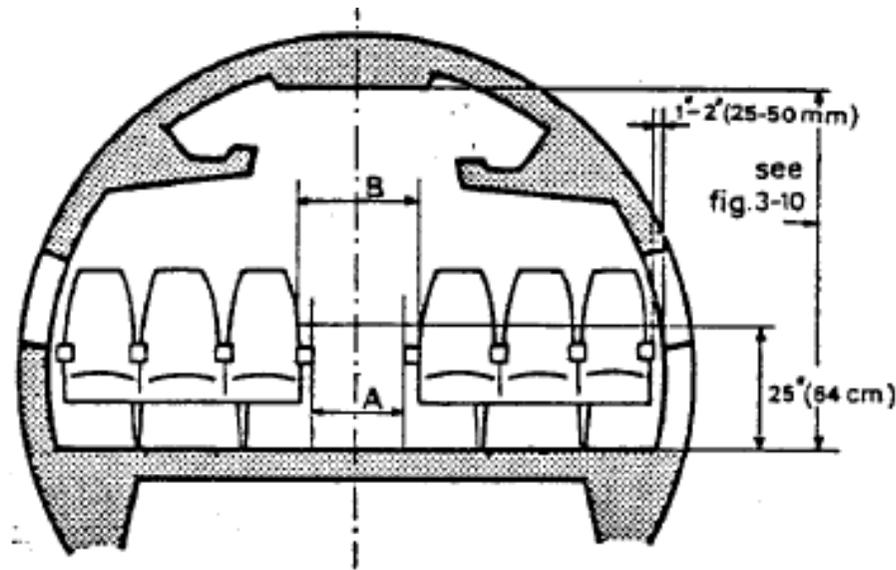
Fig. 3-15. Definitions of seat dimensions

SYMBOL	UNIT	SEAT CLASSIFICATION		
		DE LUXE	NORMAL	ECONOMY
a	inch	20(18½-21)	17(16½-17½)	16.5(16-17)
	cm	50(47-53)	43,5(42,5-45)	42(40,5-43,5)
b ₂	inch	47(46-48½)	40(39-41)	39(38-40)
	cm	120(117-123)	102(100-105)	99(97-102)
b ₃	inch	-	60(59-63)	57
	cm	-	152(150-160)	145
l	inch	2½	2½	2
	cm	7	5.5	5
h	inch	42(41-44)	42(41-44)	39(36-41)
	cm	107(104-112)	107(104-112)	99(92-104)
k	inch	17	17½	17½
	cm	43	45	45
m	inch	7½	8½	8½
	cm	20	22	22
n	inch	usually 32	(24-34)	
	cm	usually 81	(61-86)	
p/p _{max}	inch	28/40	27/37½	26/35½
	cm	71/102	69/95	66/90
alpha/alpha _{max}	deg	15/45	15/38	15/38





FAR indications



NUMBER OF SEATS	A minimum	B minimum
10 OR LESS	12 in. ,305 mm	15 in. ,381 mm
11 THROUGH 19	12 in. ,305 mm	20 in. ,508 mm
20 OR MORE	15 in. ,381 mm	20 in. ,508 mm

Fig. 3-9. Minimum aisle width for passenger transports (Ref.: FAR 25.815 and BCAR D4-3 par. 5.2.6)

Statistical data

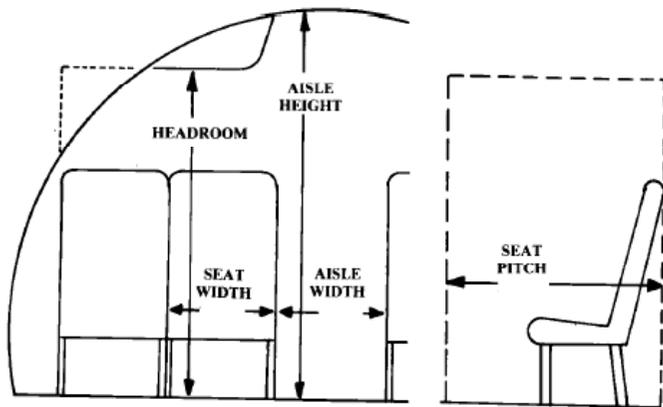


Fig. 9.3 Commercial passenger allowances.

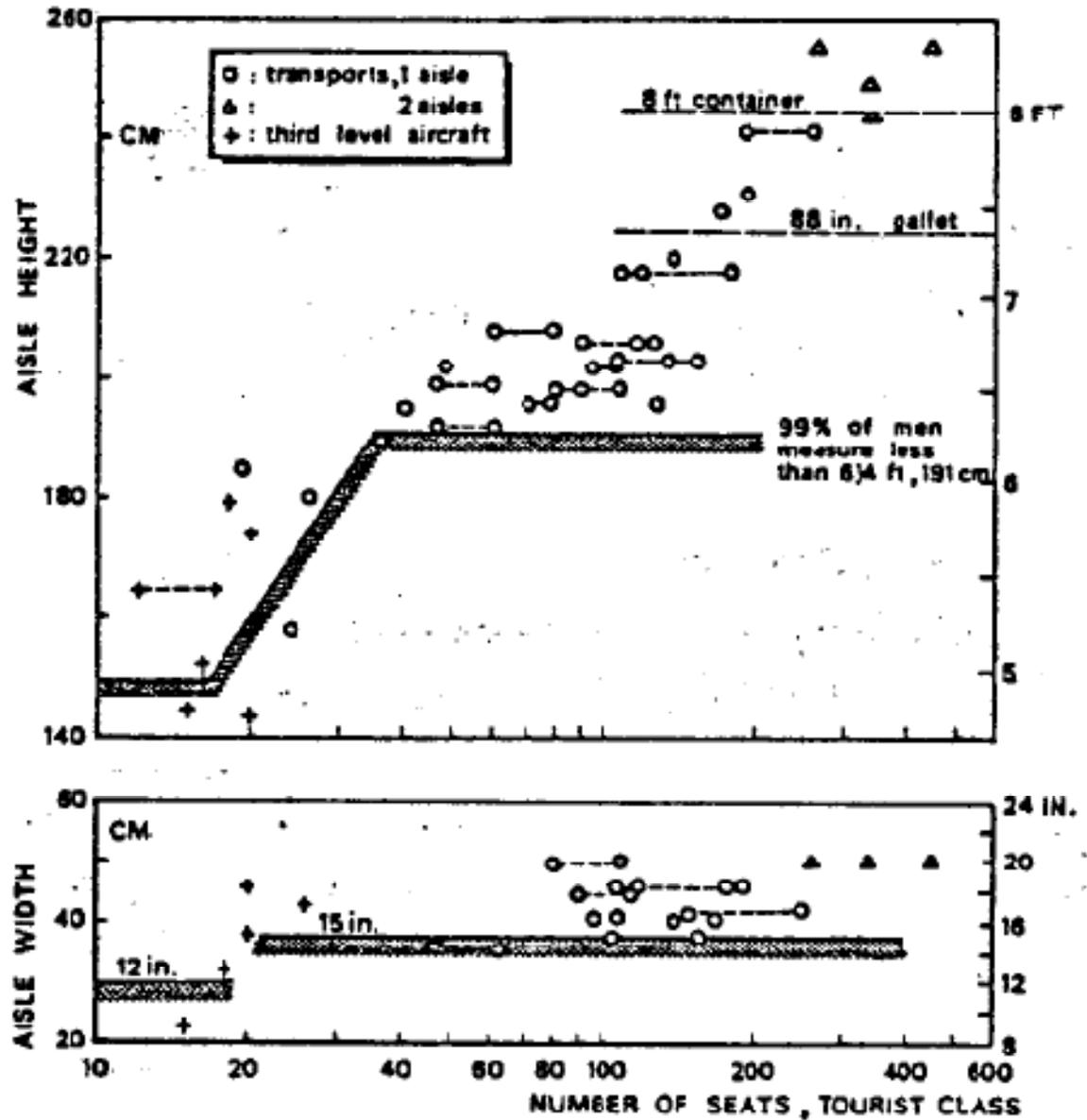
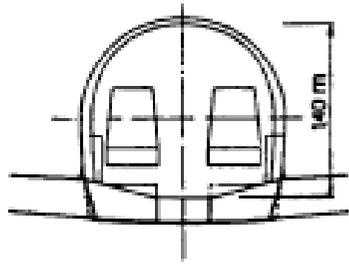
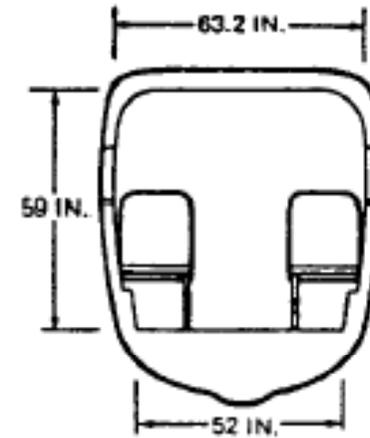


Fig. 3-10. Statistical data on dimensions for the aisle

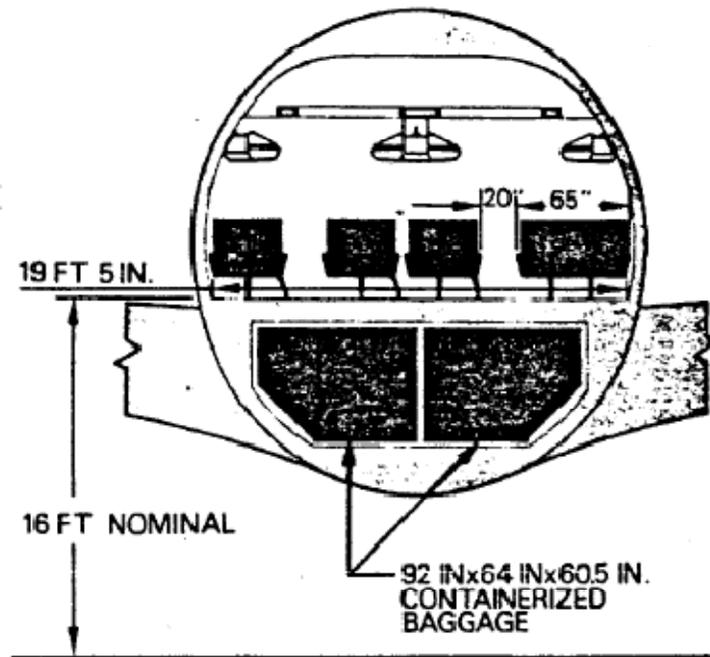
FUS sections



Dassault "Falcon" 10



De Havilland Canada
DHC-6 "Twin Otter"



Boeing 747

FUS sections

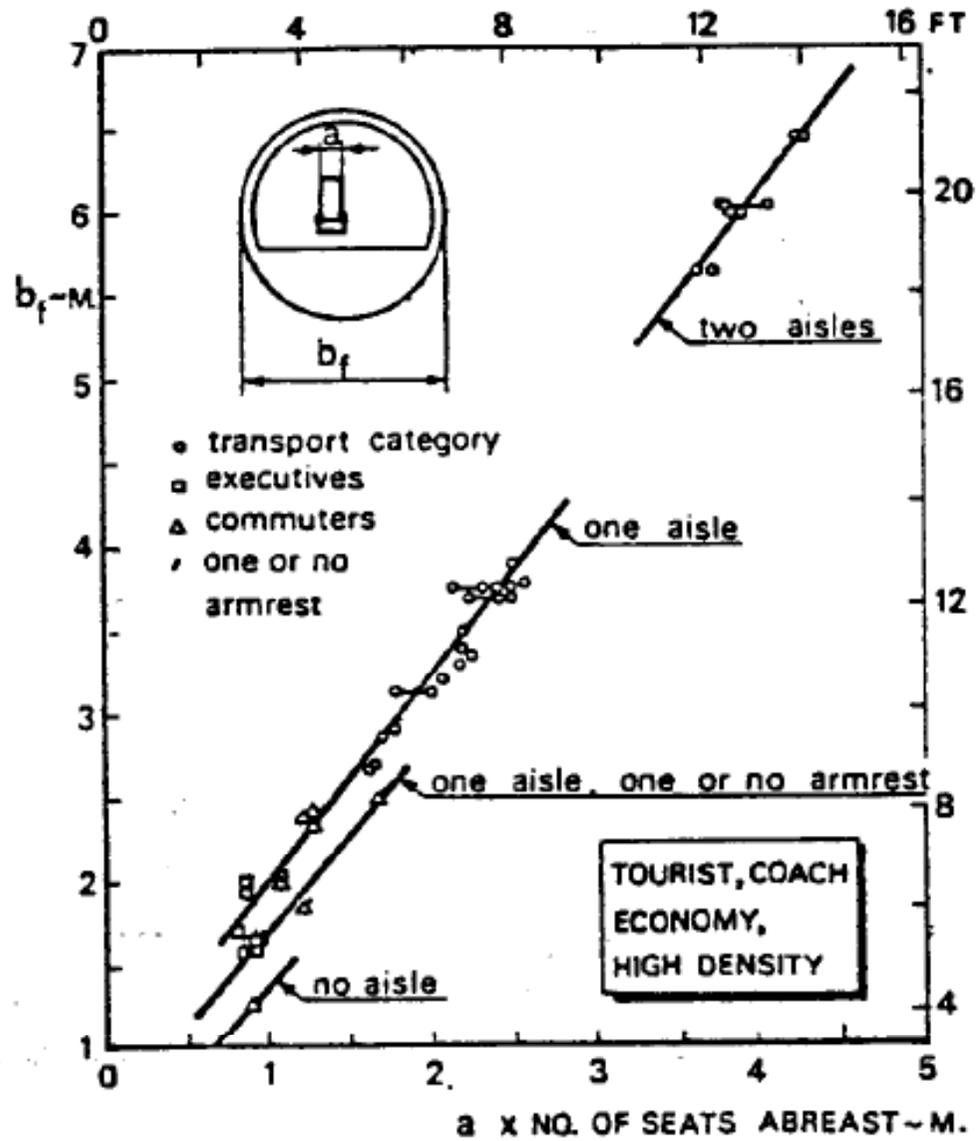
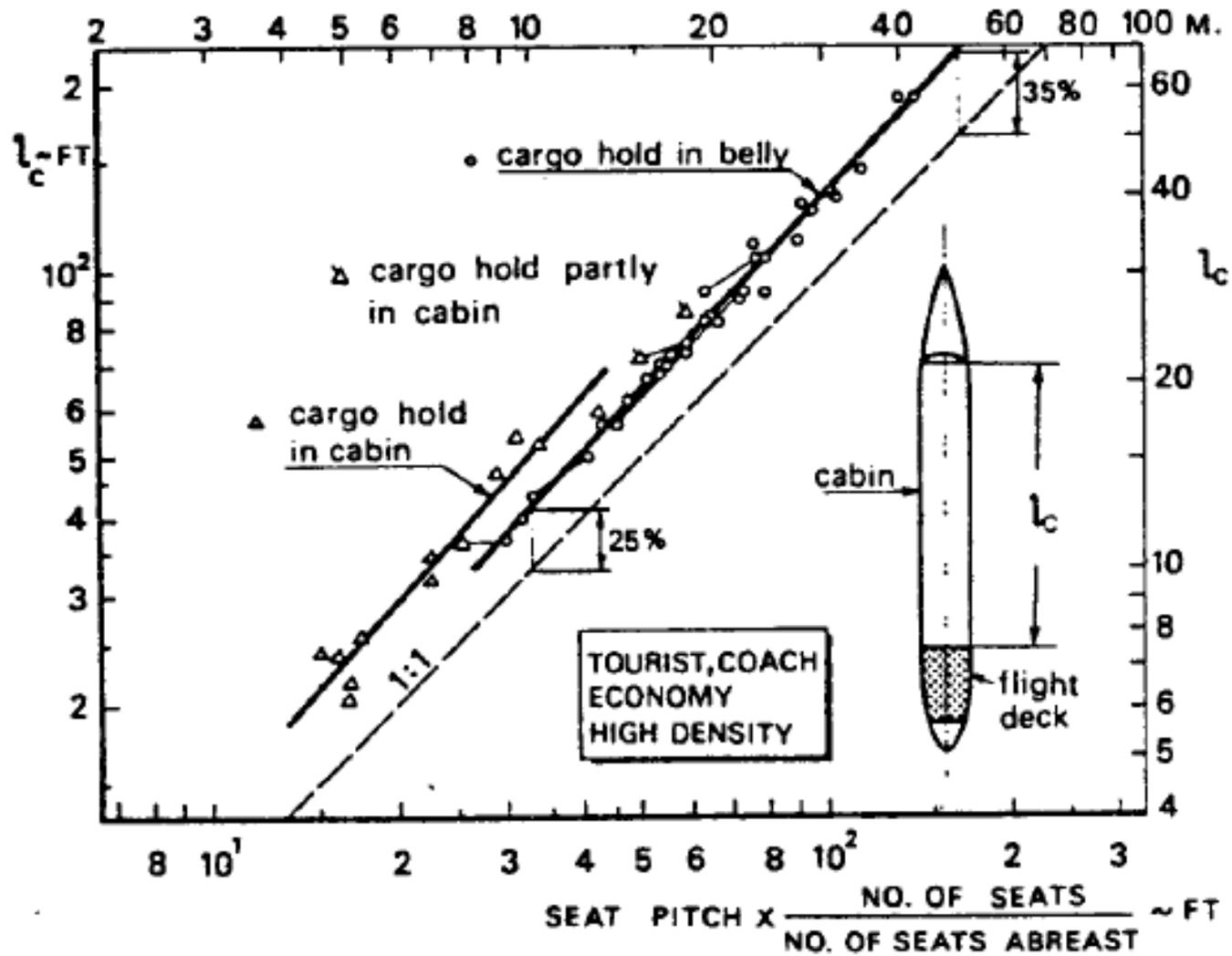
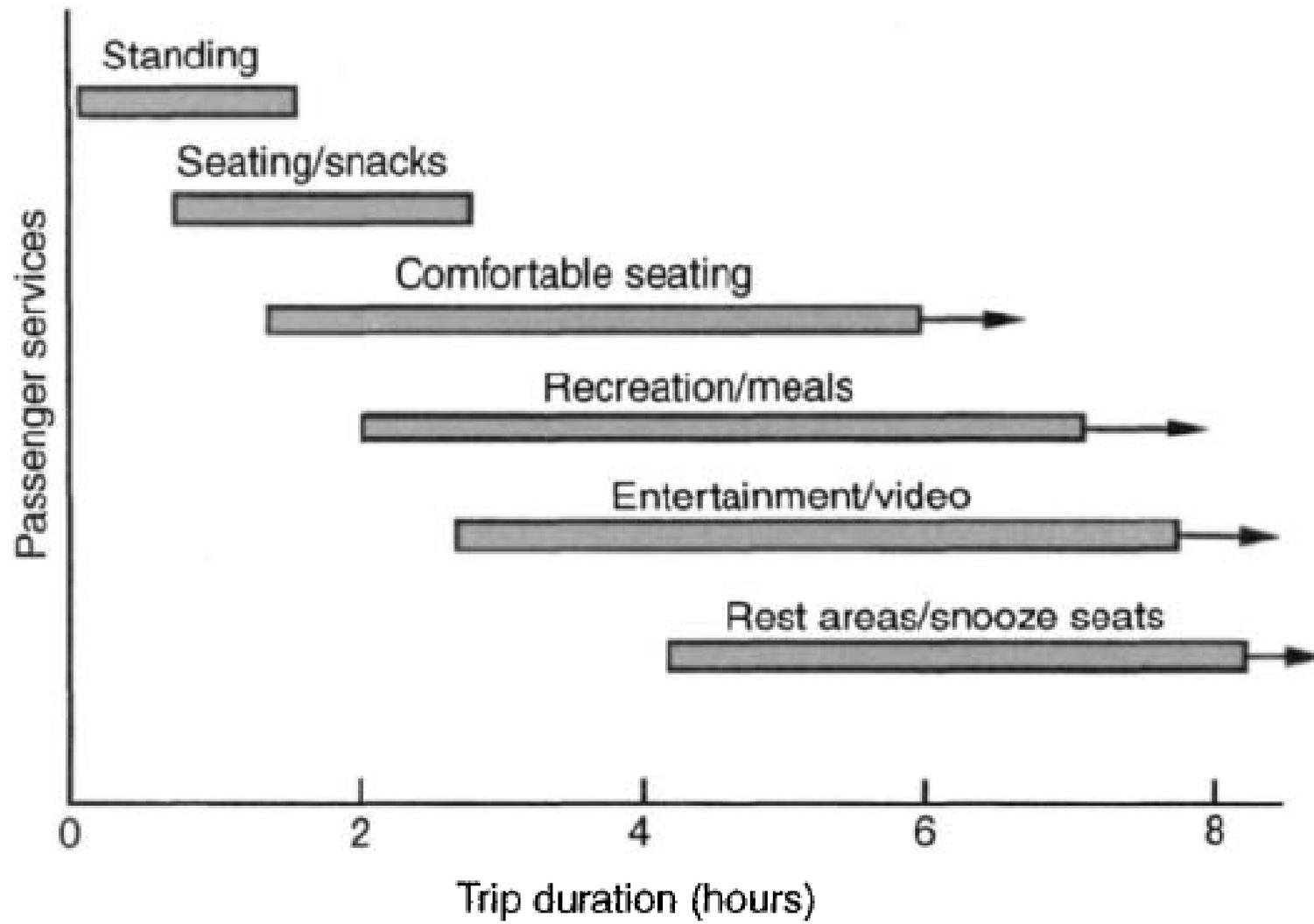


Fig. 3-12. Fuselage width vs. "total seat width"

FUS length-statistics





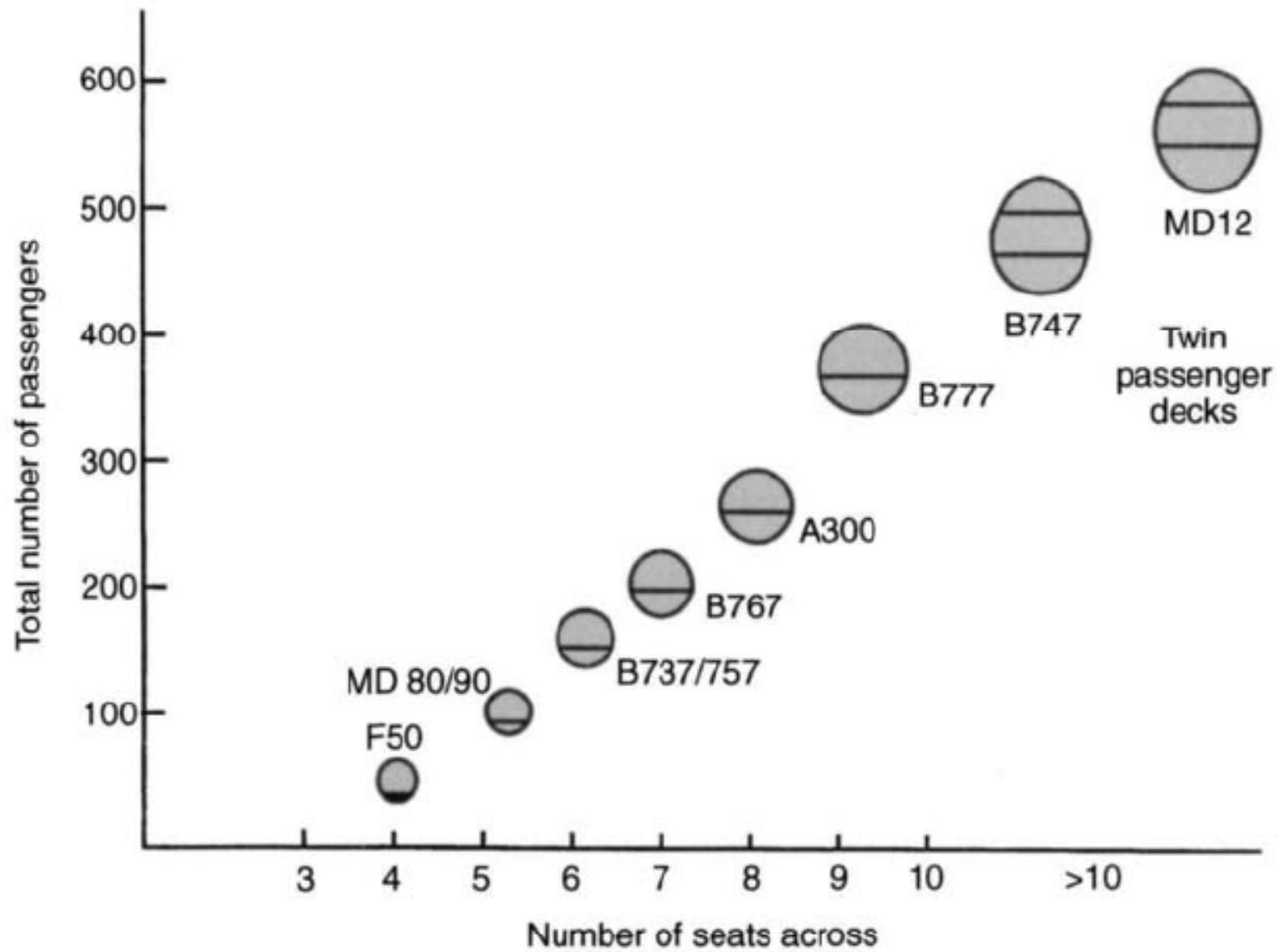
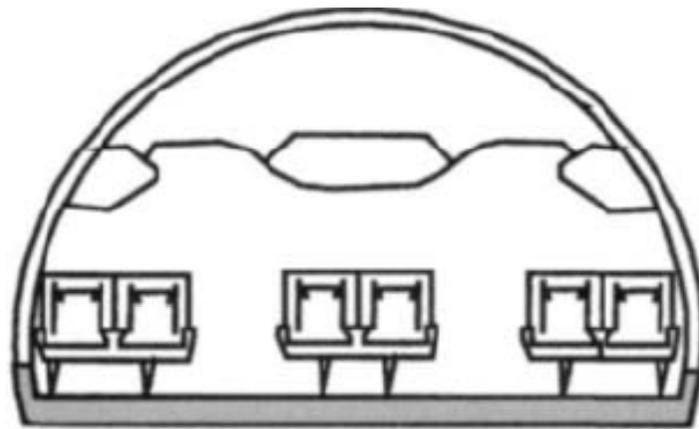


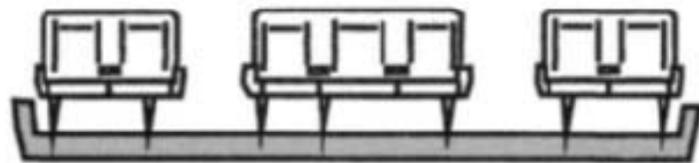
Table 5.2 Typical seat widths

Class	Seat width (mm)	Seat width (in)
Charter	400–420	16–17
Economy	475–525	19–21
Business	575–625	23–25
First	625–700	25–28

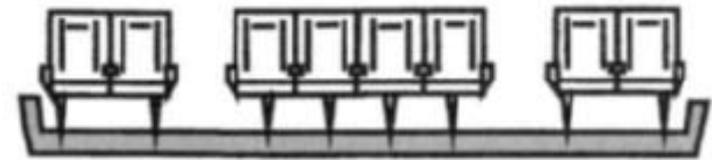
(For reference a public service bus seat is approximately 425 mm [17 in] wide.)



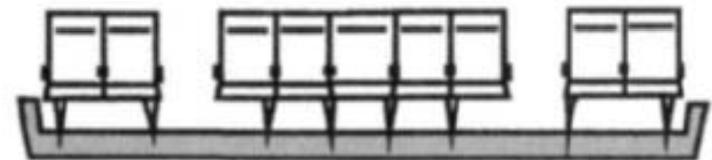
First Class (6 abreast)



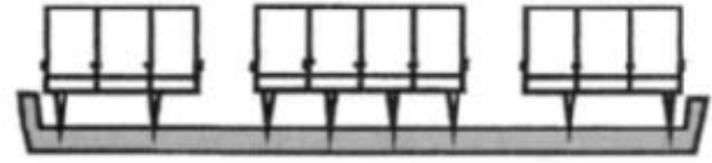
Business Class (7 abreast)



Economy Class (8 abreast)



Economy Charter Class (9 abreast)



Charter Class (10 abreast)

Fig. 5.8 Seat options for different compartments (classes) (source Boeing data).

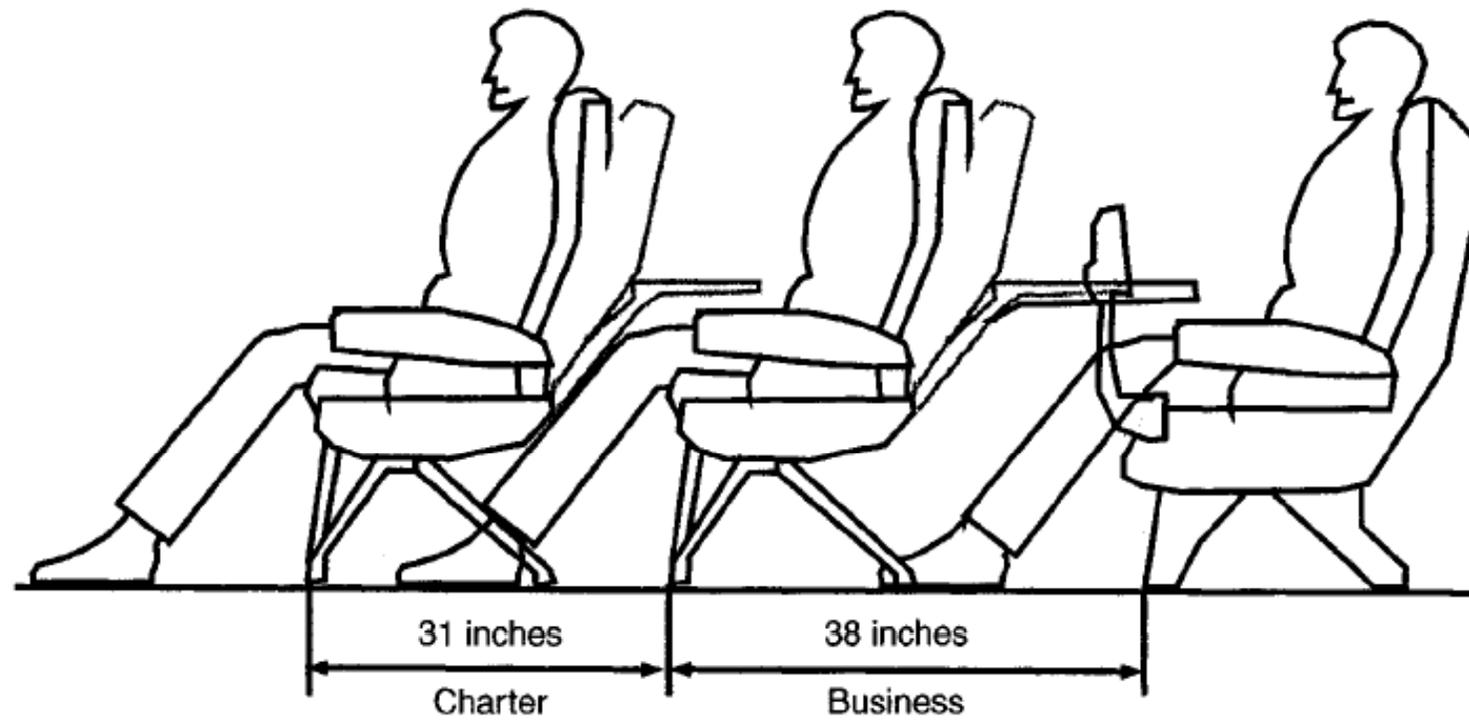


Fig. 5.10 Seat pitch options.

Table 5.3 Typical seat pitch

Class	Seat pitch (mm)	Seat pitch (in)
Charter	700–775	28–31
Economy	775–850	31–34
Business	900–950	36–38
First	950–1050+	38–42+

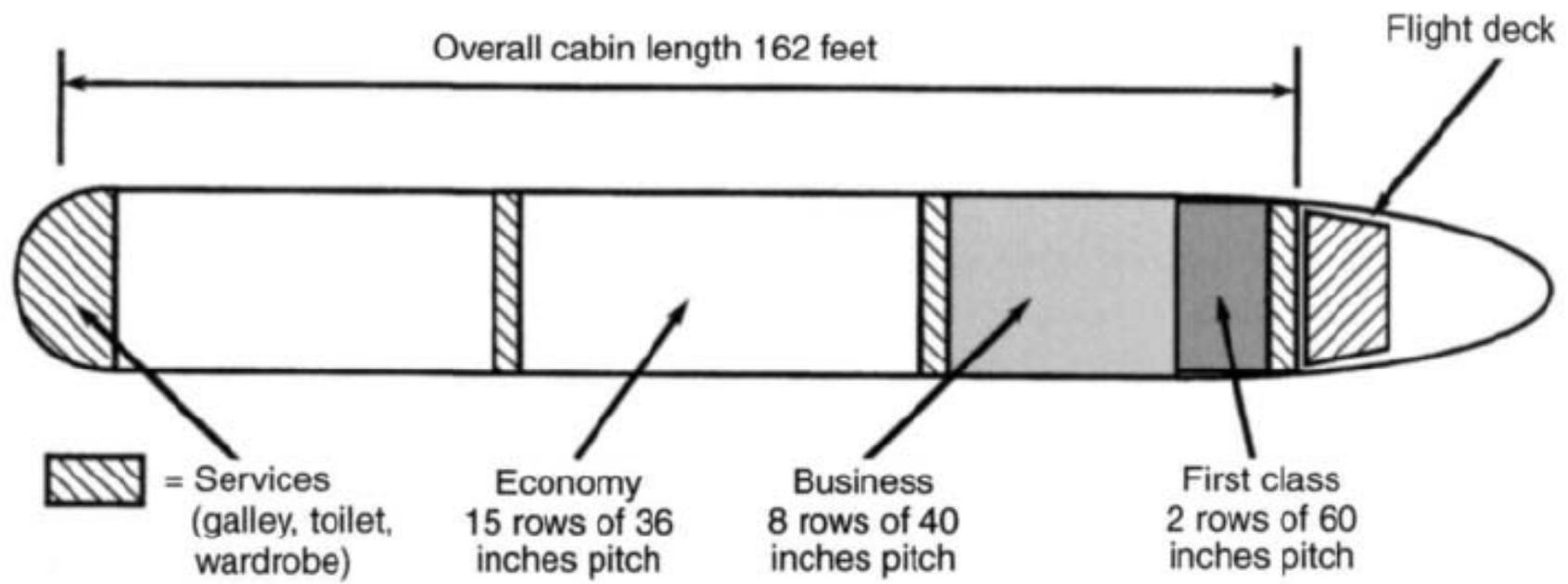
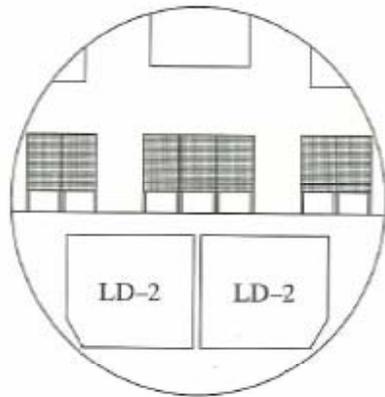
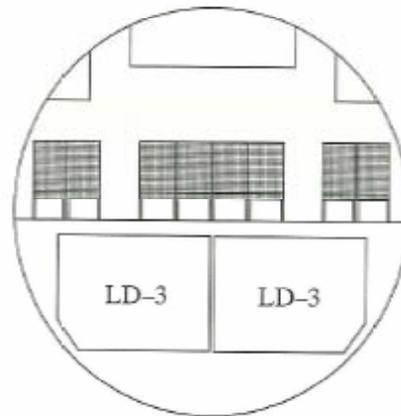


Fig. 5.20 Example aircraft cabin layout.

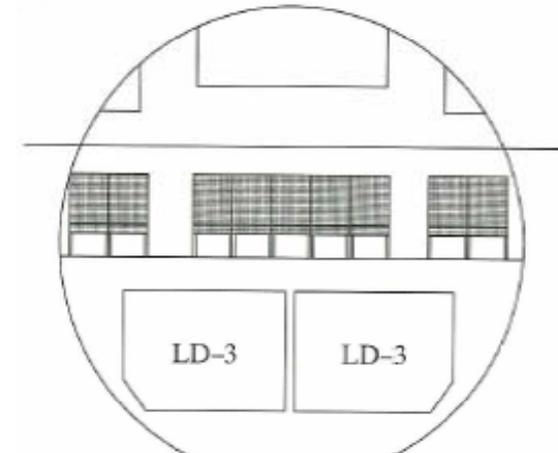
Progetto della sezione trasversale di fusoliera



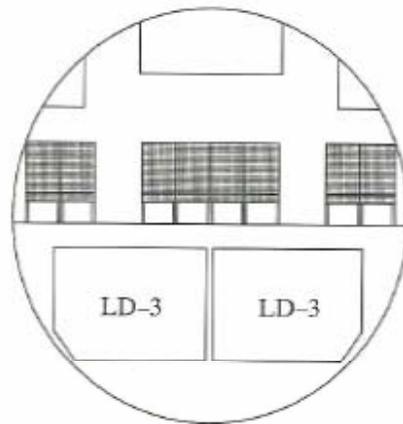
Boeing 767



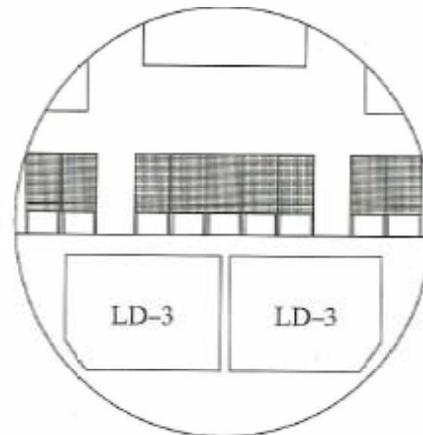
Airbus A300



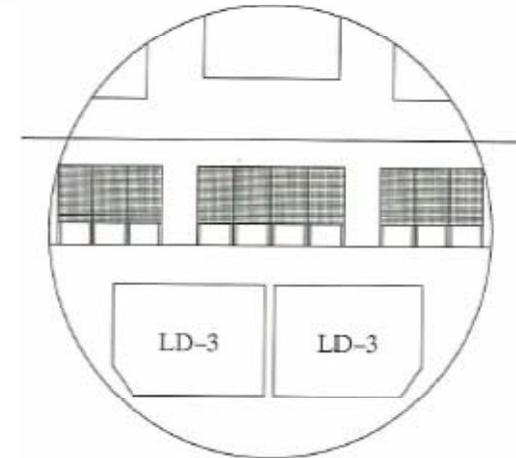
Boeing 777



Lockheed L-1011



McDonnell Douglas DC-10

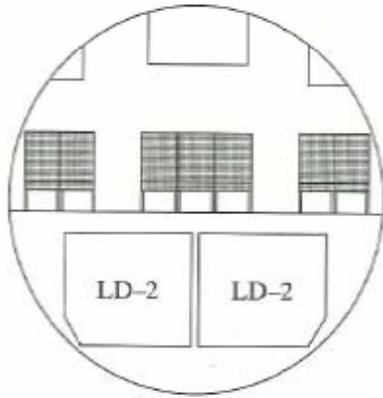


Boeing 747

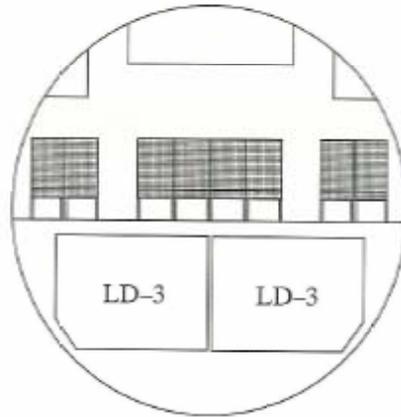
Su velivoli che hanno solo un corridoio passeggeri, non più di 3 sedili affiancati possono essere posti su ciascun lato del corridoio in ciascuna fila.

Le configurazioni dei posti nelle figure sono tipiche della classe turistica.

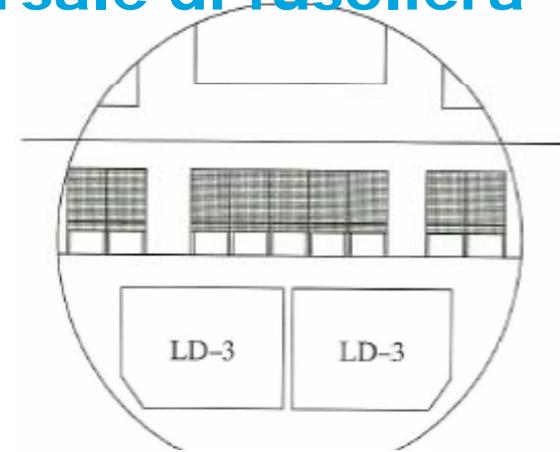
Progetto della sezione trasversale di fusoliera



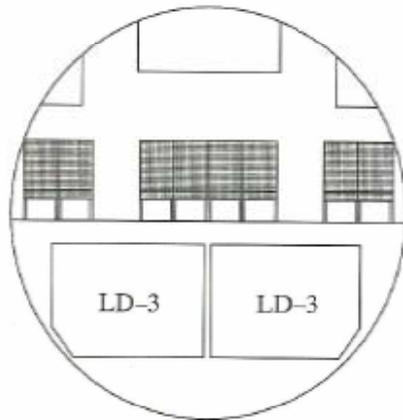
Boeing 767



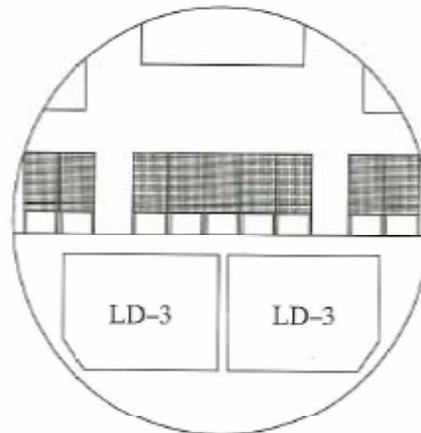
Airbus A300



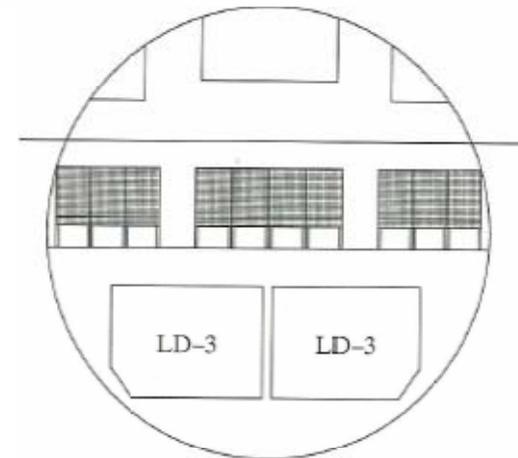
Boeing 777



Lockheed L-1011



McDonnell Douglas DC-10



Boeing 747

Notare le unità di carico (containers) collocate sotto il ponte passeggeri.

E' possibile avere containers tipo LD anche non in coppia (uno accanto all'altro)

Allo scopo di stimare il volume richiesto per i bagagli ed il carico si possono usare i seguenti valori di densità:

10 lb/ft³ per la densità di merci

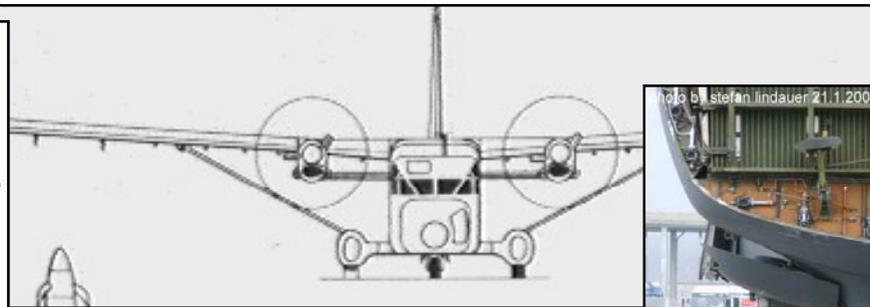
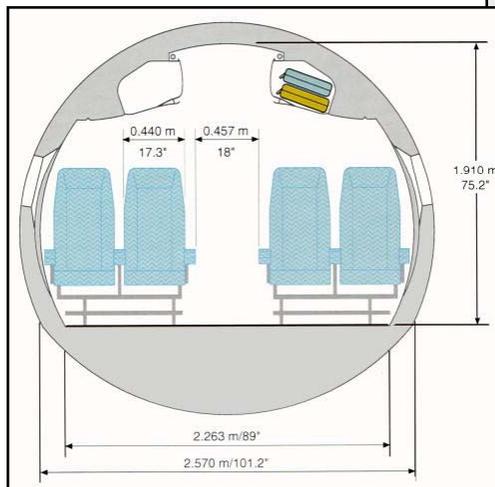
12,5 lb/ft³ per la densità di bagagli

Progetto della sezione trasversale di fusoliera

Perché è così comune la forma circolare della sezione trasversale?

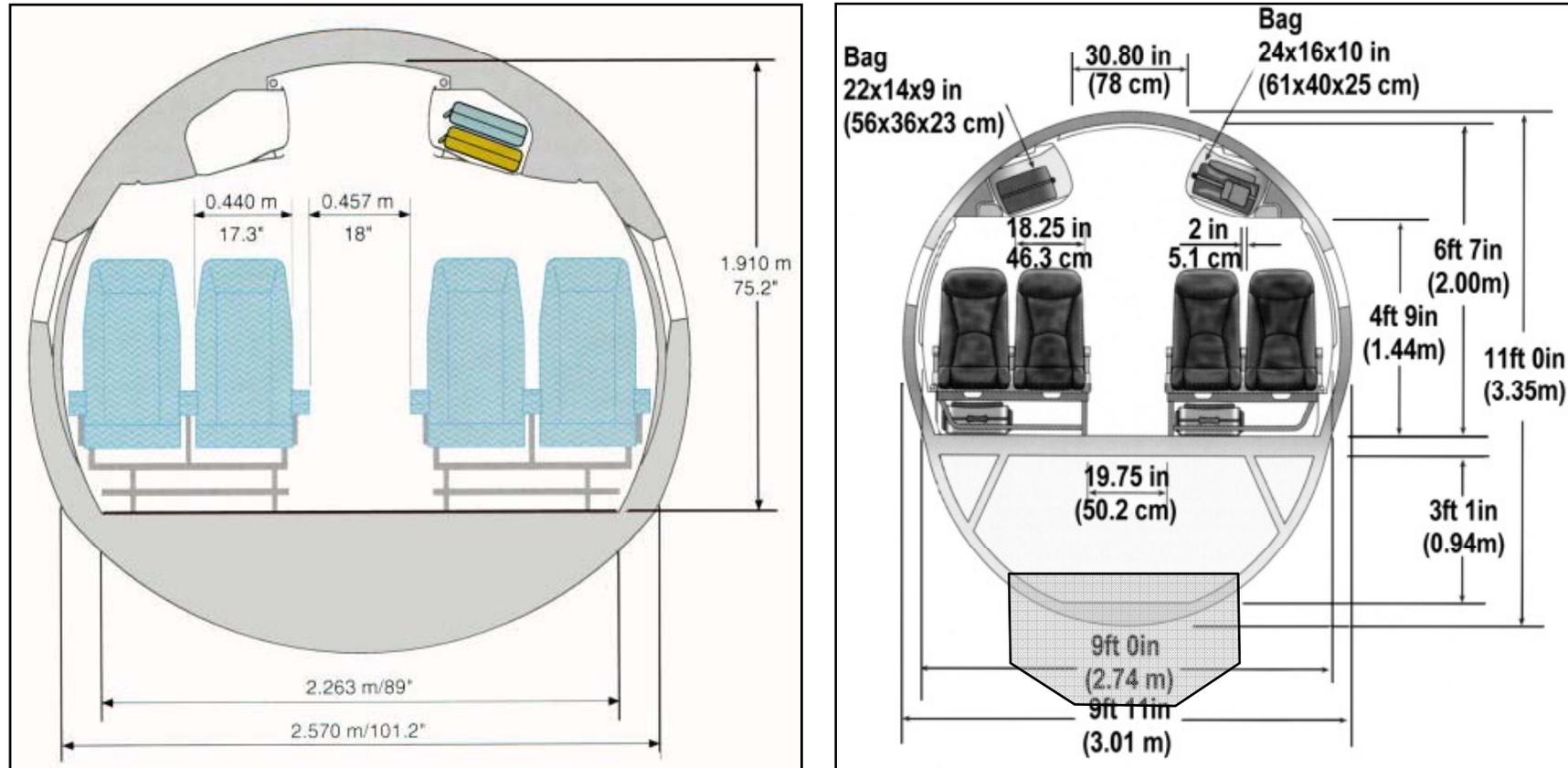
- Per un uso più efficiente del materiale nel sopportare i carichi di pressurizzazione (tensione vs momento)
- Per evitare angoli causa di possibili separazioni anche a piccoli angoli di attacco o derapata

Deviazioni dalla configurazione con forma circolare della sezione trasversale sono comunque comuni:



Semplicità costruttiva, accessibilità all'area di carico, sistemazione di carichi molto speciali (ad esempio grandi parti di velivoli) possono giustificare deviazioni dalla comune forma circolare della sezione.

Progetto della sezione trasversale di fusoliera



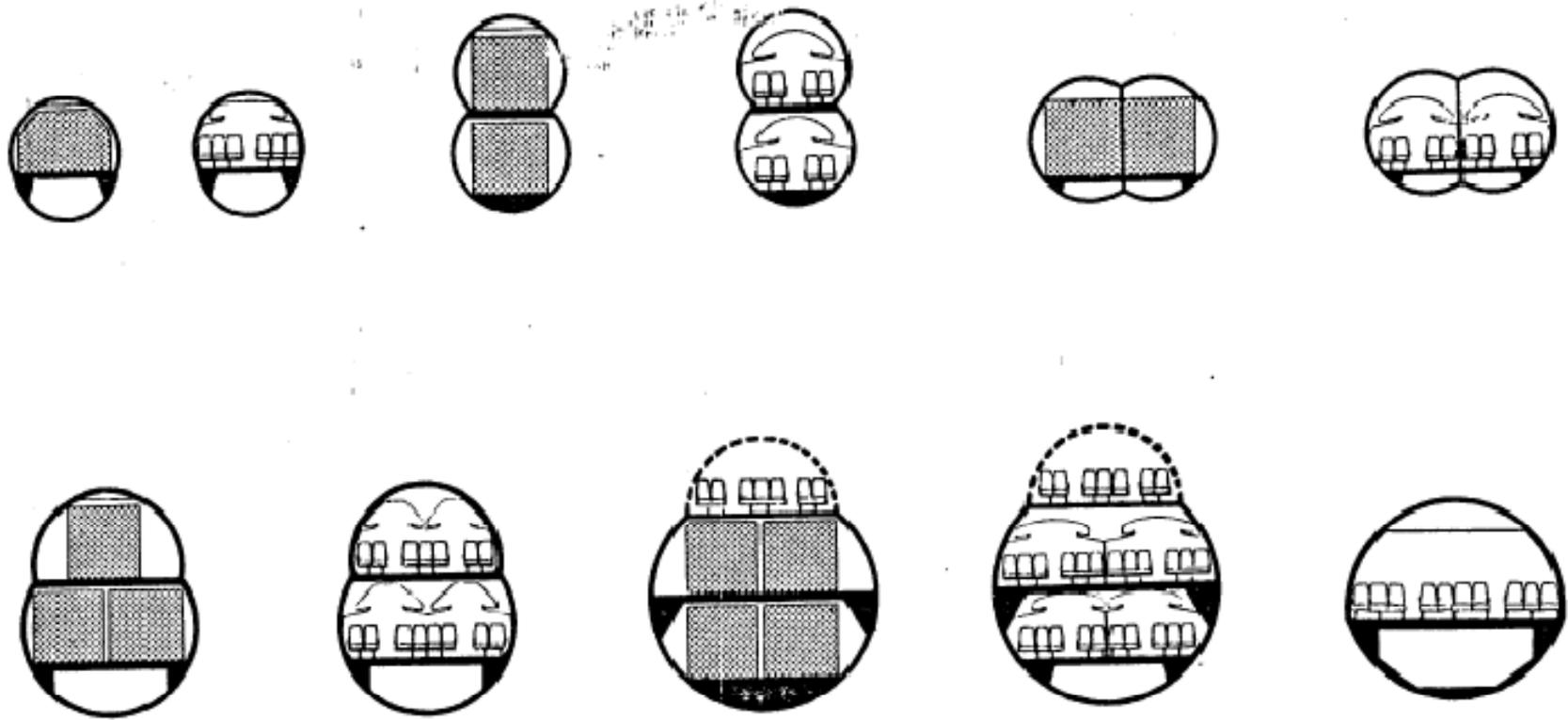
Come primo obiettivo si devono fornire disegni tecnici simili per illustrare il progetto della sezione di fusoliera

La sezione trasversale è tipicamente progettata per involuppare il carico pagante. Si osservi come la forma risultante si più discostare dalla sezione circolare che costituisce l'ottimo dal punto di vista strutturale.

La pancia piatta in un caso legata alla ridotta dimensione complessiva del velivolo comporta quindi impossibilità di portare carico in containers al disotto del ponte passeggeri.

Nel secondo caso (destra) una forma a doppia calotta è stata usata per creare lo spazio per i container standard, senza accrescere inutilmente il raggio della sezione globale. Si noti la posizione del pavimento all'interaccia delle sezioni superiore ed inferiore.

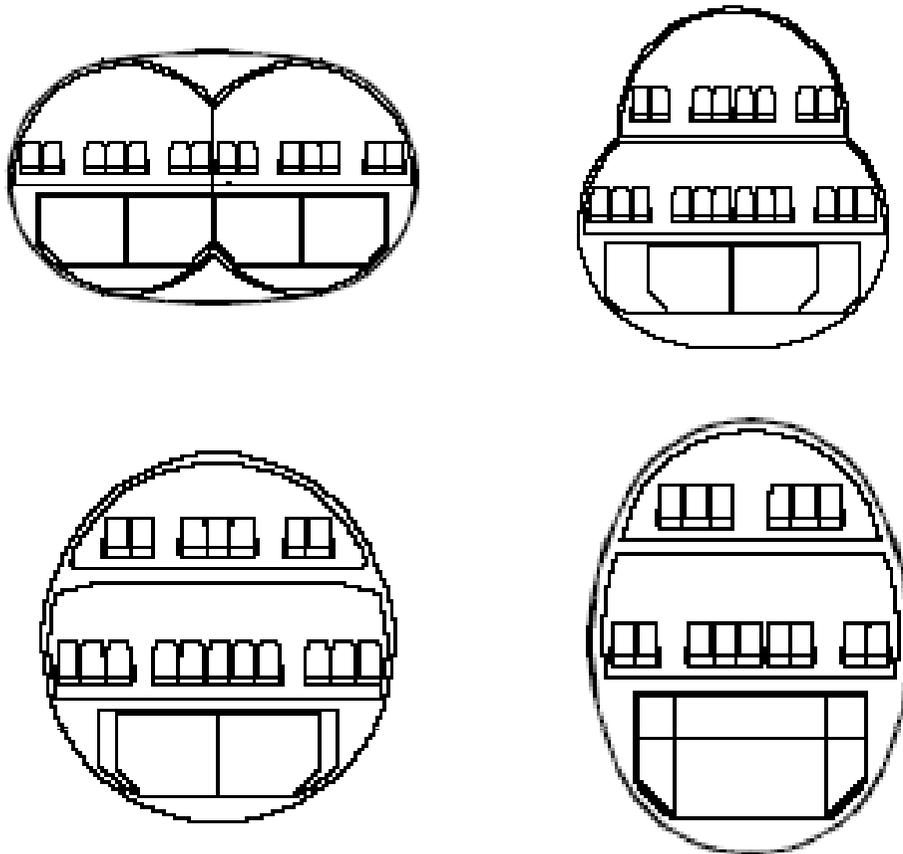
FUS sections



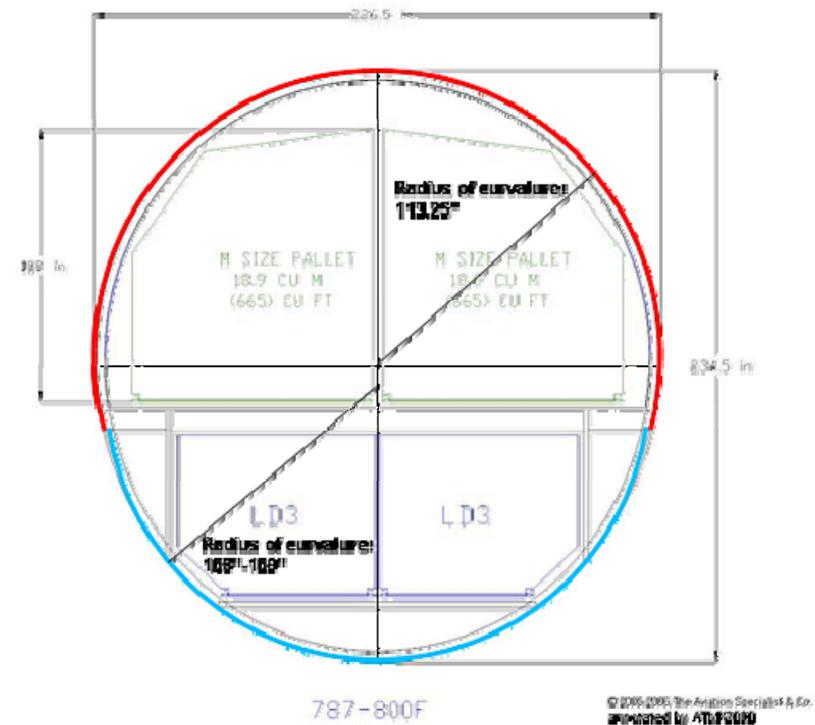
Some of the basic cross-sectional alternatives that Douglas has considered for the very large aircraft project, with a present-day cross section to provide scale. Prime requirement is for the 8 ft x 8 ft container to be carried efficiently. The bottom-row (middle) designs could alternatively be made circular, dispensing with the upper (dotted) lobe.

Esempi di fusoliera a sezione non circolare

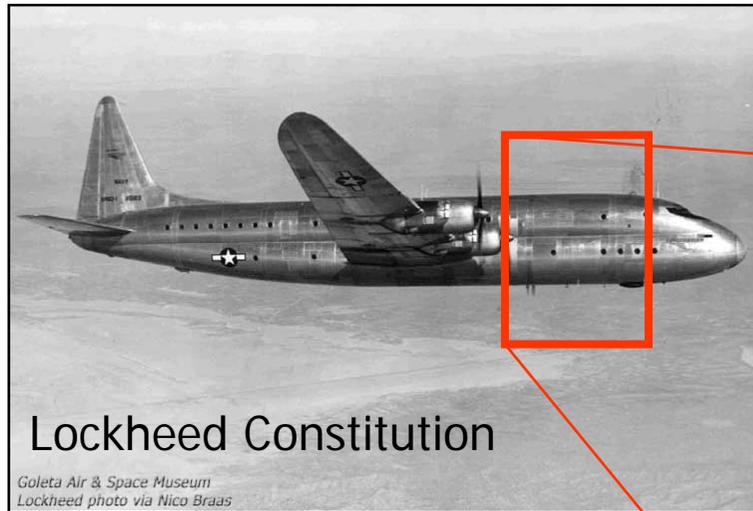
Studi di progetto per la sezione di fusoliera dell' A380



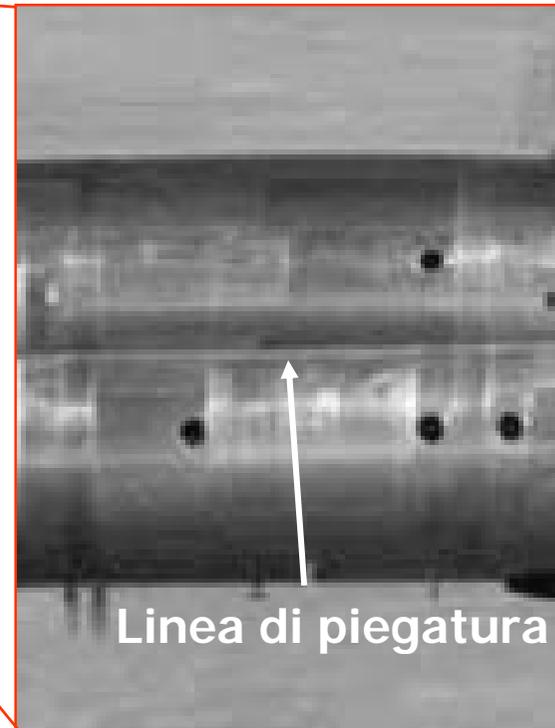
La fusoliera del Boeing 787 a doppia calotta (*double bubble*)



Esempi di fusoliera a sezione non circolare



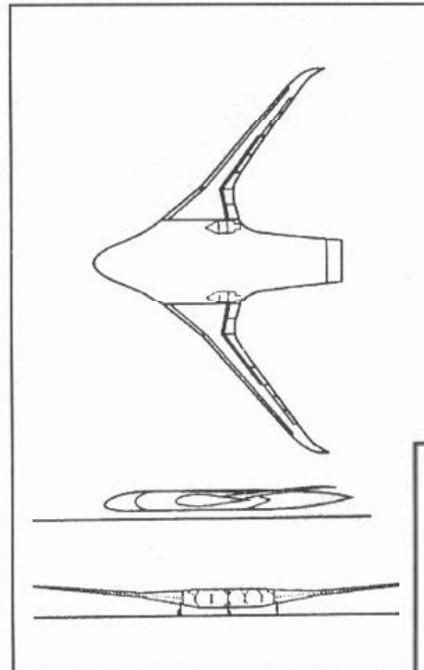
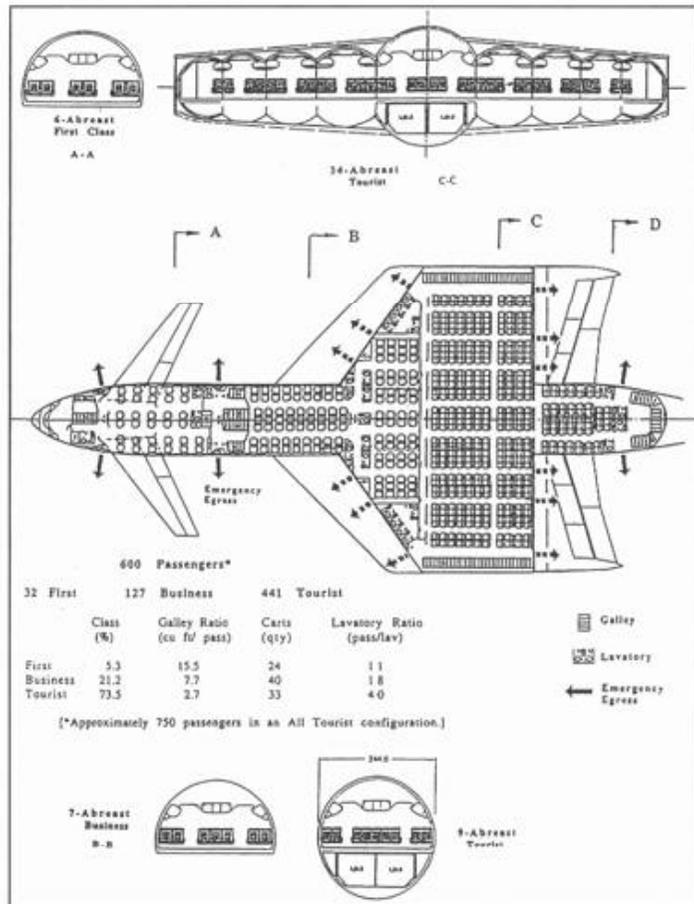
Disegno della fusoliera a doppia calotta (*double bubble*)



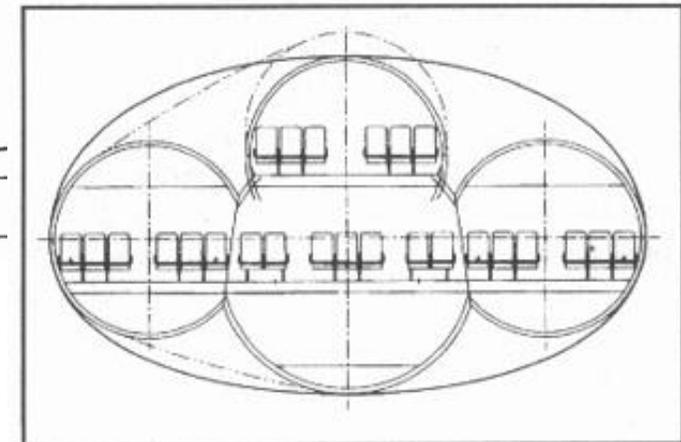
La quantità di carico da collocare nel Lockheed Constitution richiedeva una sistemazione su due ponti. La soluzione adottata deviava da quella a sezione circolare.

Esempi di fusoliera a sezione non circolare

Studi di progetto per velivoli con ala a C (*C-wing*) e con architettura integrata ala-fusoliera (*Blended Wing Body*).



La difficoltà di inserire elementi cilindrici in un corpo non cilindrico



Esempi di fusoliera a sezione non circolare



Fonte www.aerocondor.fr

Shorts 360
(Cabina non pressurizzata)



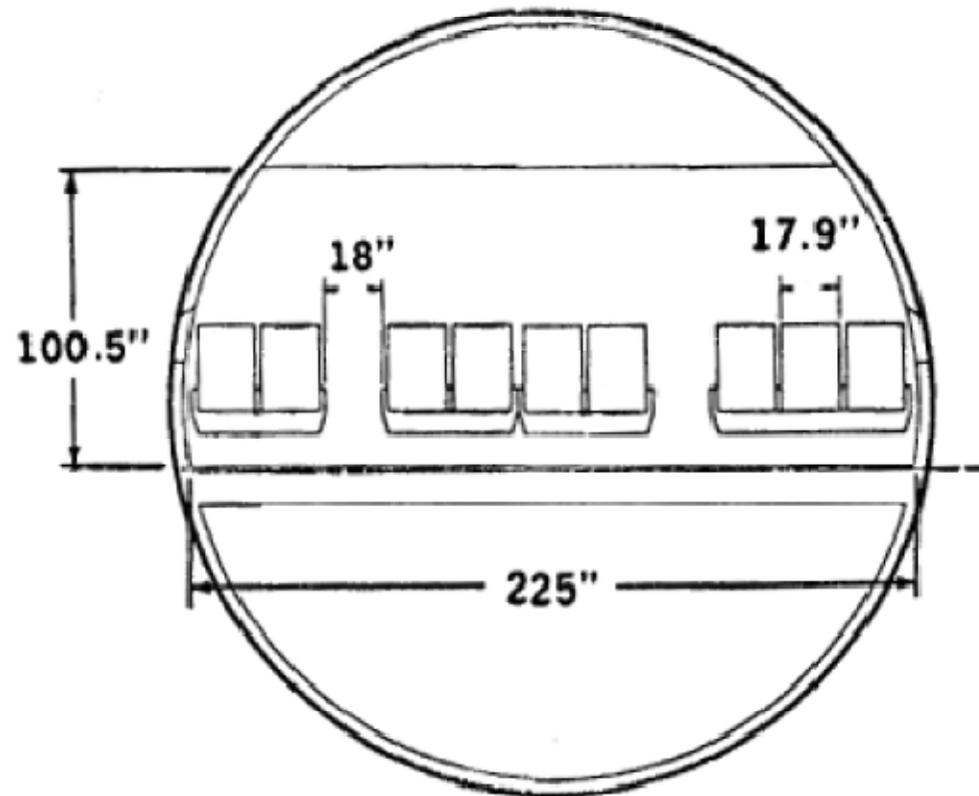
Fuselage cabin



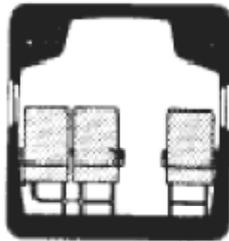
Fuselage cabin

Sezione circolare:

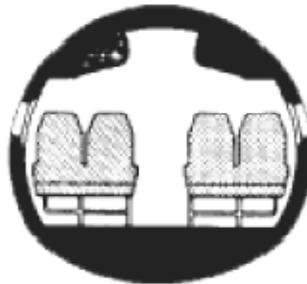
- meno resistenza causata da spigoli quando si trova ad incidenza
- assenza di sollecitazioni flettenti dovute alla pressurizzazione



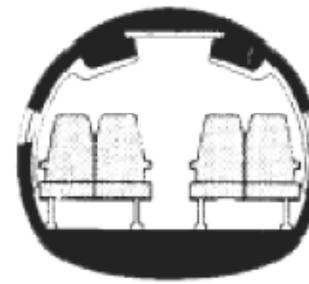
Fuselage cabin



Shorts 360
Aisle Height 6' 4"
Max Width 6' 4"



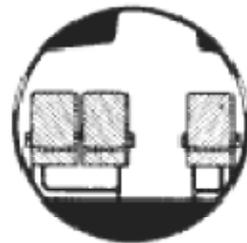
ATR-42
Aisle Height 6' 3"
Max Width 8' 5"



CN-235
Aisle Height 6' 2"
Max Width 8' 9"



DHC-8
Aisle Height 6' 0"
Max Width 8' 2"

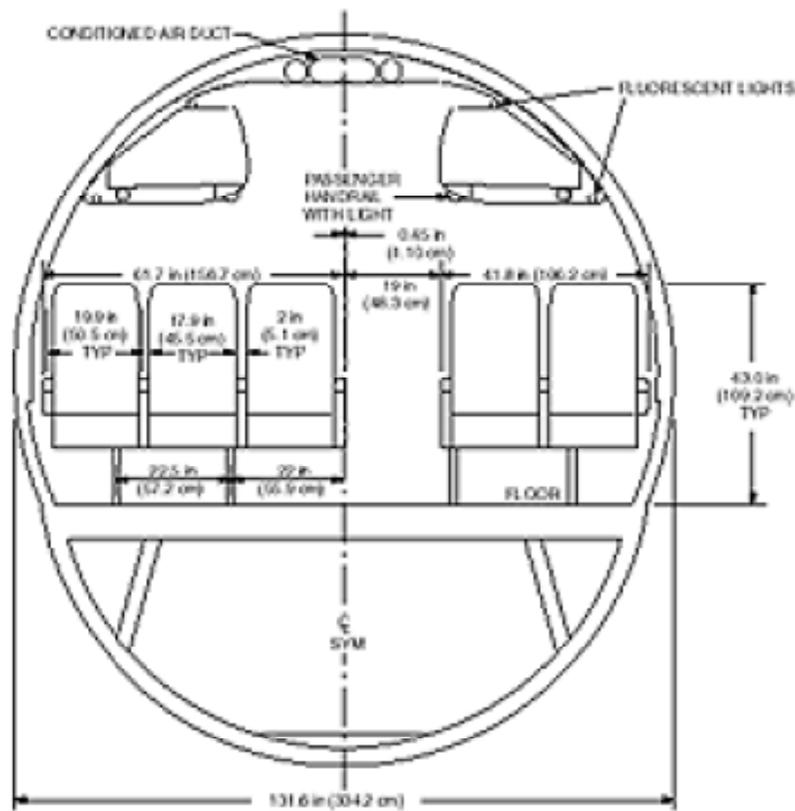


EMB-120
Aisle Height 5' 10"
Max Width 7' 1"

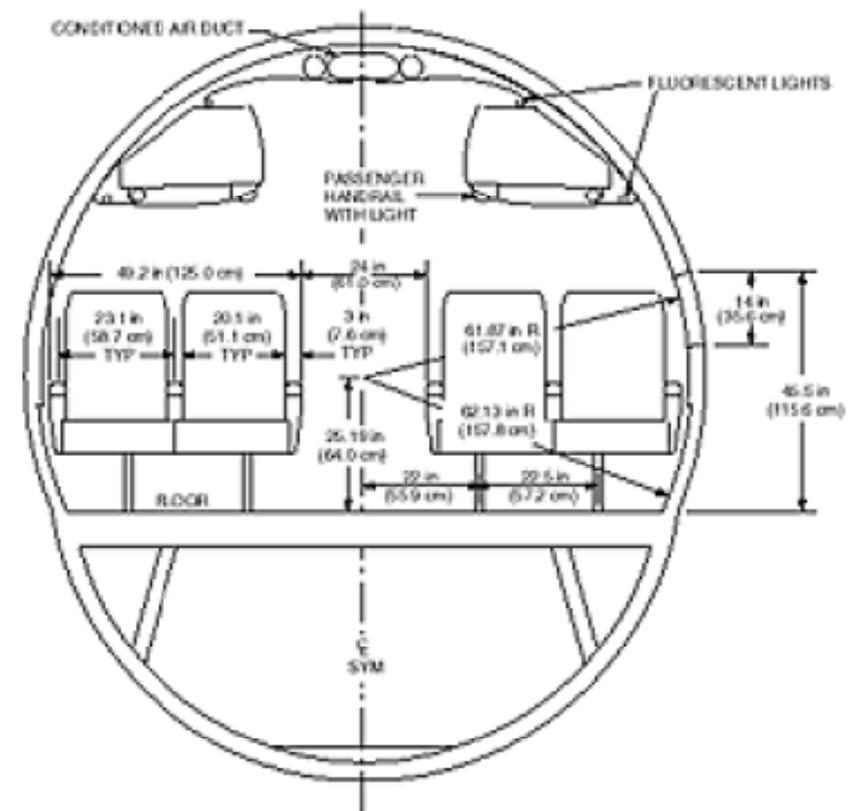


SF-340
Aisle Height 6' 0"
Max Width 7' 1"

Fuselage cabin

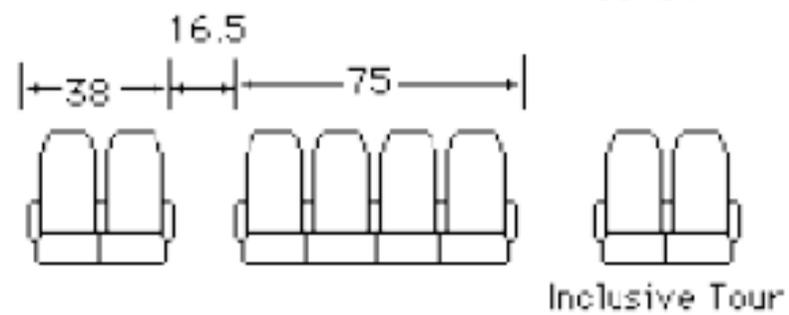
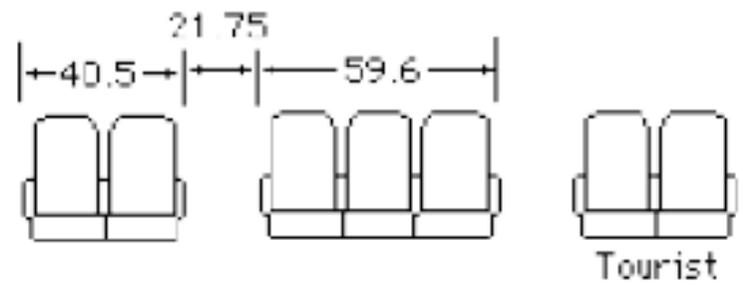
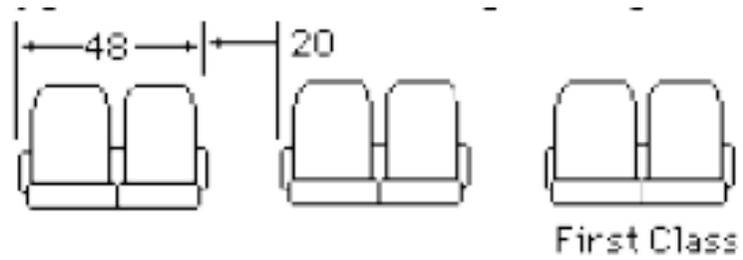


**PASSENGER CABIN CROSS-SECTION COACH
717-200**

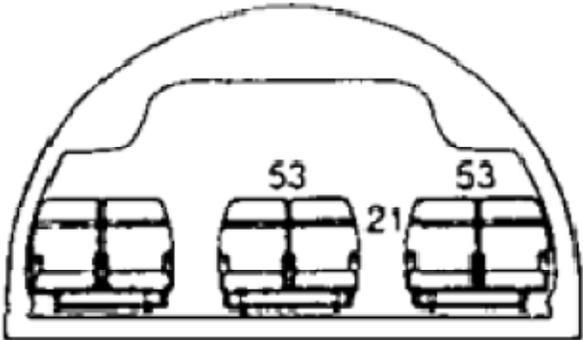


**PASSENGER CABIN CROSS-SECTION
FIRST CLASS
717-200**

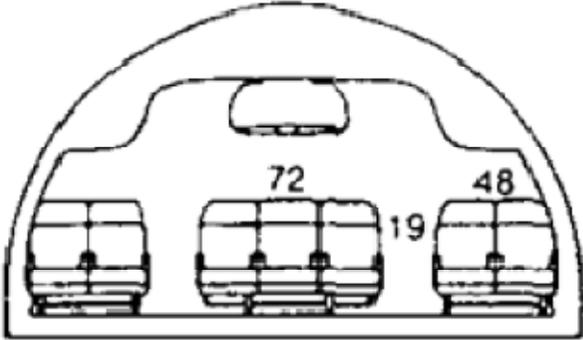
Fuselage cabin



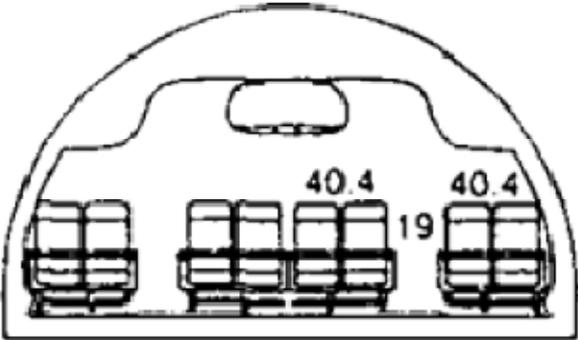
Fuselage cabin



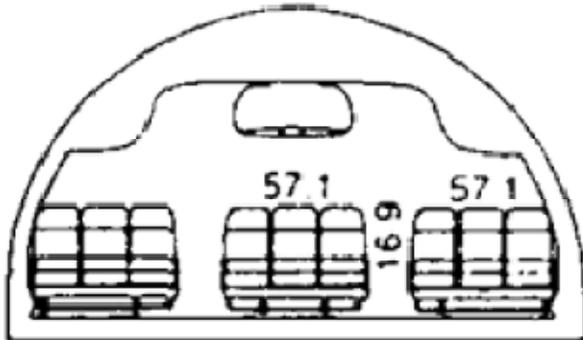
First class



Business class

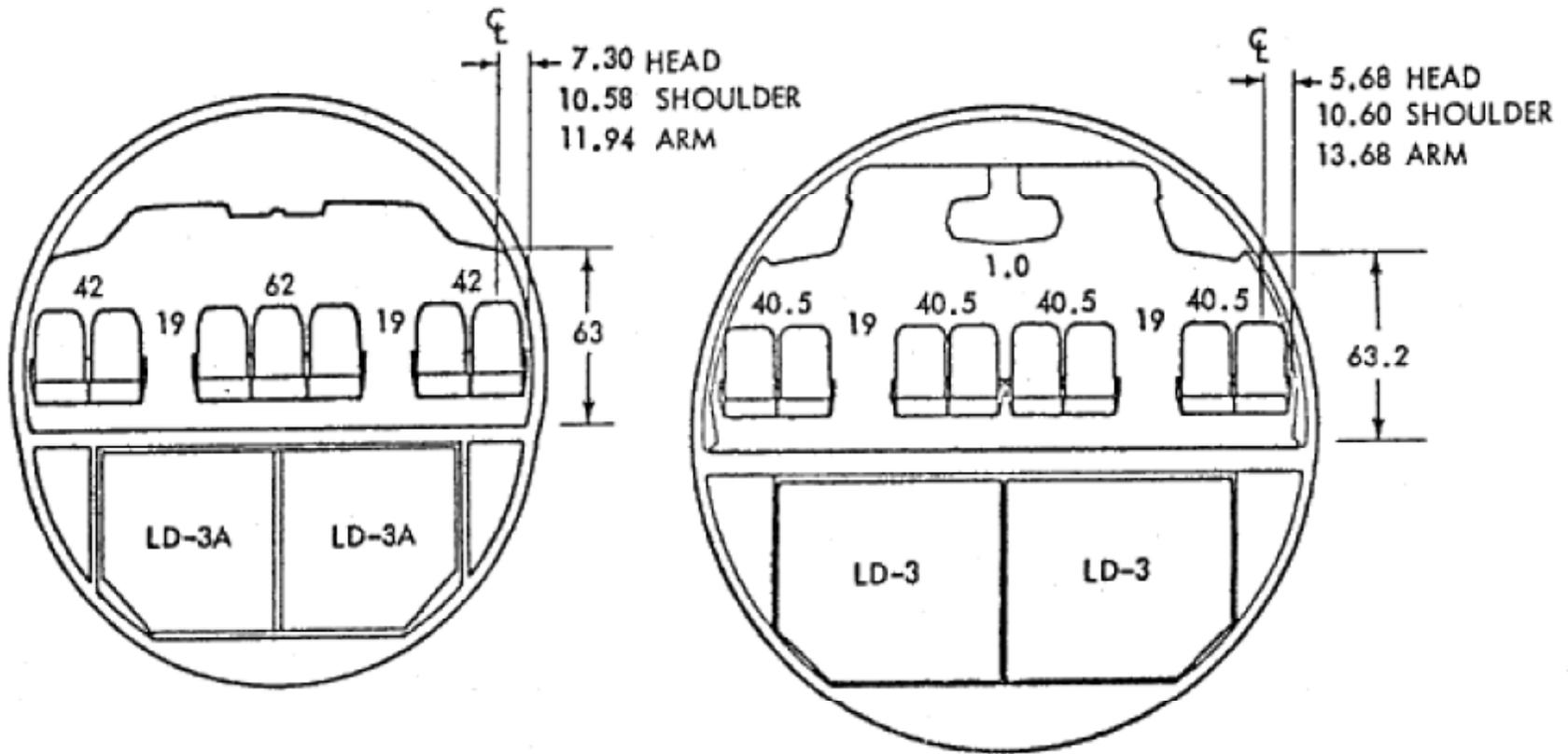


Economy class

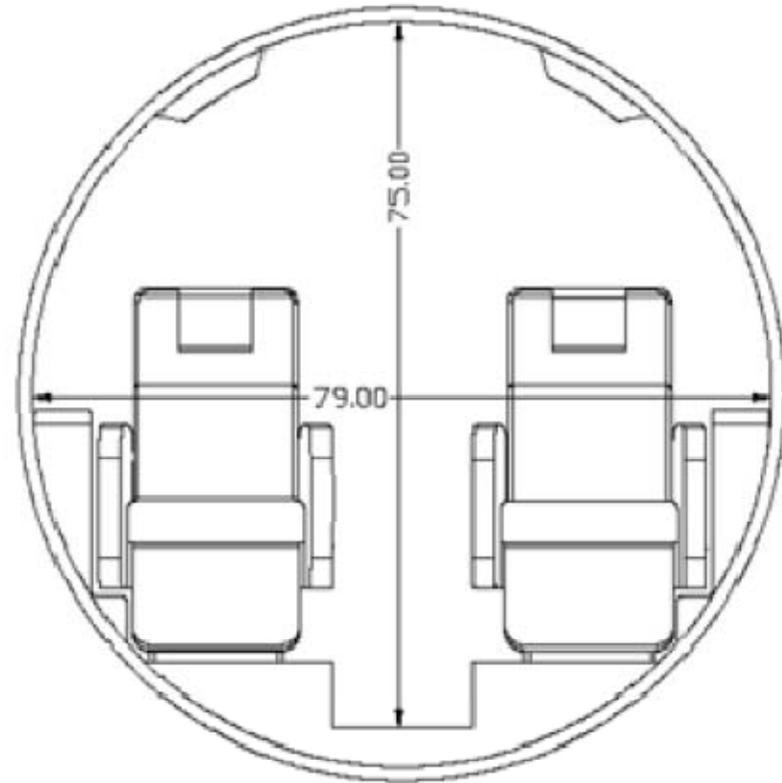
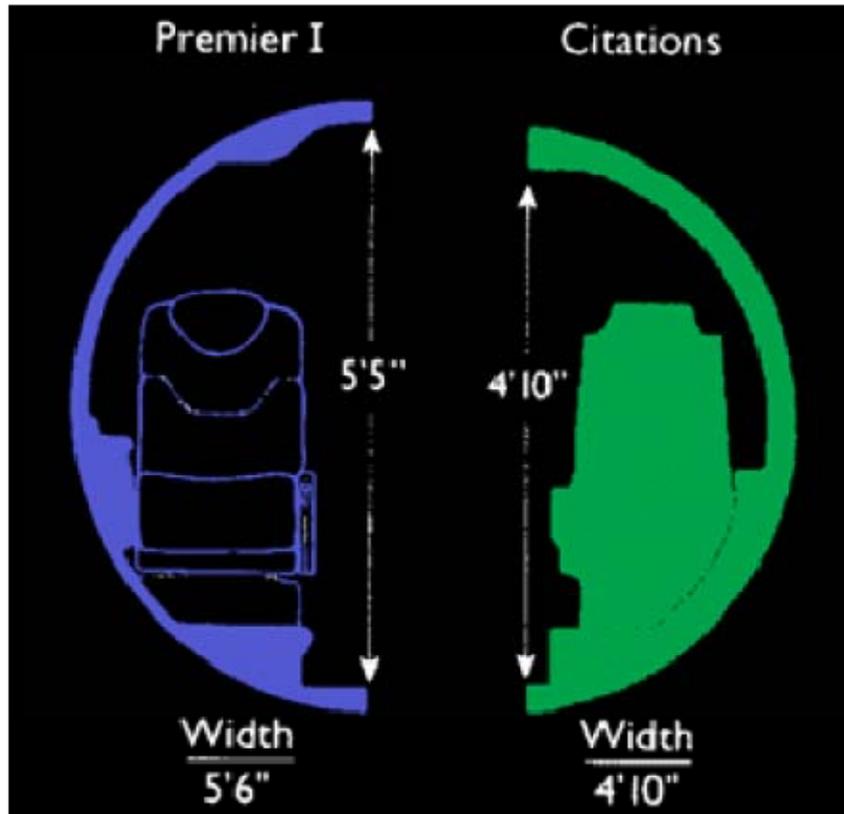


High density

Fuselage cabin



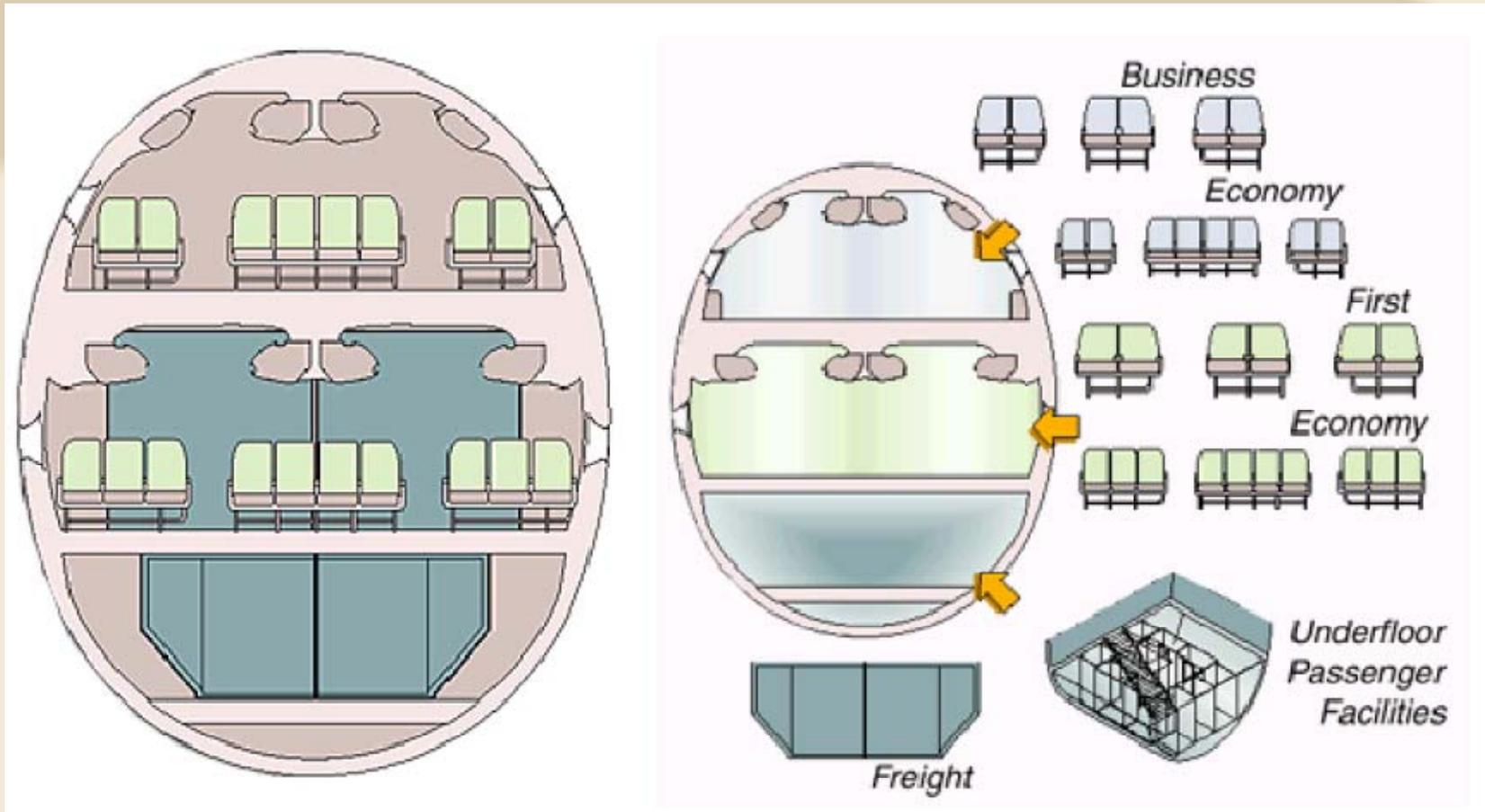
Fuselage cabin





FUSOLIERA

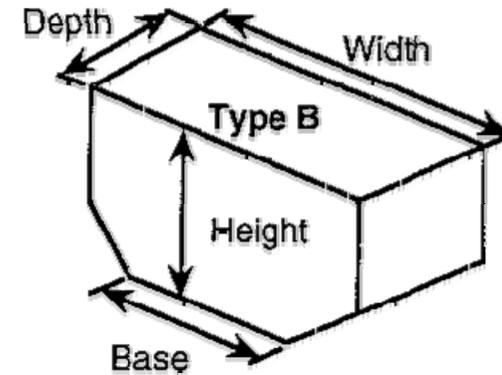
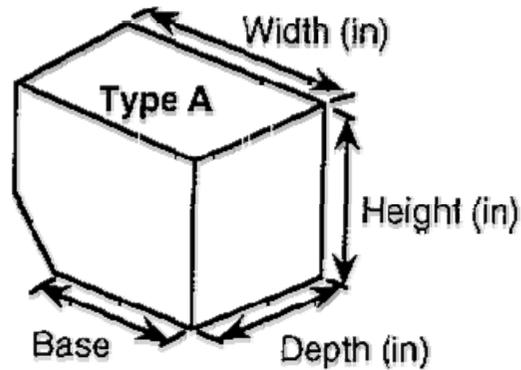
Fuselage cabin : A380



Fuselage cabin :
A380



Contenitori standard cargo



Designation	Width	Height	Depth	Base	Maximum load (lb)	Notes
LD-1	92.0	64.0	60.4	61.5	3500	Type A
LD-2	61.5	64.0	60.4	47.0	2700	Type A
LD-3	79.0	64.0	60.4	61.5	3500	Type A
LD-4	96.0	64.0	60.4	—	5400	Rectangular
LD-5	125.0	64.0	60.4	—	7000	Rectangular
LD-6	160.0	64.0	60.4	125.0	7000	Type B
LD-7	125.0	64.0	80.0	—	13300	Rect/Contoured
LD-8	125.0	64.0	60.4	96.0	5400	Type B
LD-9	125.0	64.0	80.0	—	13300	Rect/Contoured
LD-10	125.0	64.0	60.4	—	7000	Contoured
LD-11	125.0	64.0	60.4	—	7000	Rectangular
LD-29	186.0	64.0	88.0	125.0	13300	Type B

Contenitori standard cargo

Nei velivoli moderni i bagagli imbarcati e il rimanente carico sono normalmente trasportati in opportuni containers standard. Sono inoltre comunemente usate anche pedane o *pallets*.

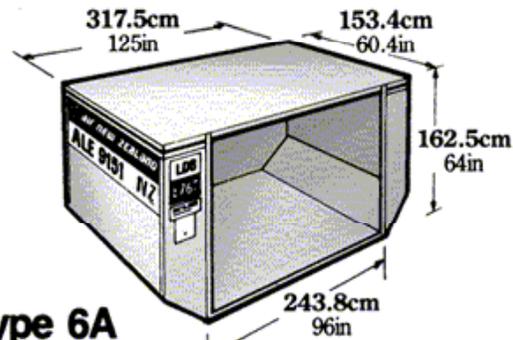
Ci sono diversi tipi di contenitori standard, del tipo a scatola ed a pedana. La forma della sezione è tipicamente disegnata intorno ai contenitori.

Contenitori non standard rappresentano solo costi e problemi ulteriori da trattare. Valori della distanza di separazione tra i containers e tra i containers e la struttura devono essere sempre considerati per facilitare le operazioni di carico e scarico e per evitare il danneggiamento della struttura. La struttura attorno alle porte e i pannelli del pavimento sono progettati tipicamente per resistere all'impatto e al trasporto.

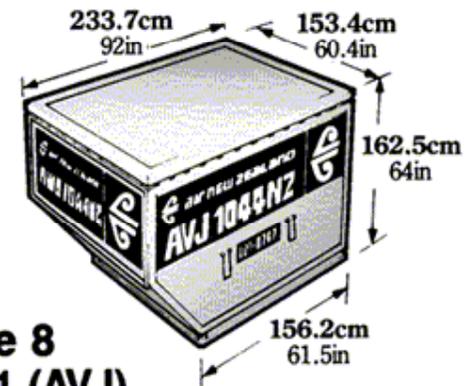
Speciali rotelle sono usate per facilitare il carico ed il movimento dei containers nell'area di carico.

L'area di carico è tipicamente divisa in due compartimenti a causa della presenza della sezione di attraversamento dell'ala. Devono essere previste due porte di carico per fornire un adeguato accesso.

Container e pallet standard per il carico

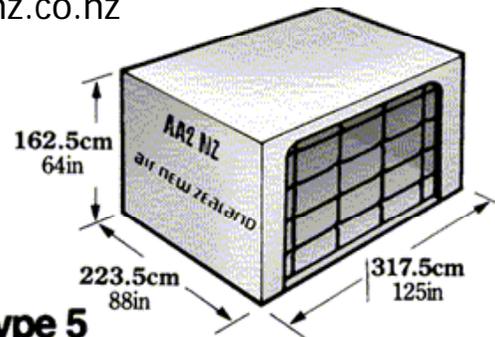


**Type 6A
LD-8 (ALE)**
Useable Vol. 7.2 cu. m (253 cu. ft.)
Max. Gross Wt. 2449 kg (5400 lbs)
Tare Wt. 128 kg (282 lbs)

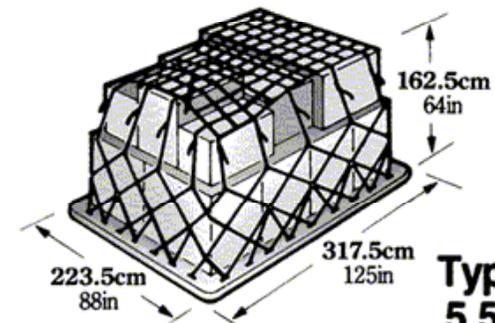


**Type 8
LD-1 (AVJ)**
Useable Vol. 5 cu. m (176 cu. ft.)
Max. Gross Wt. 1587 kg (3500 lbs)
Tare Wt. 105 kg (231.5 lbs)

<http://www.airnz.co.nz>



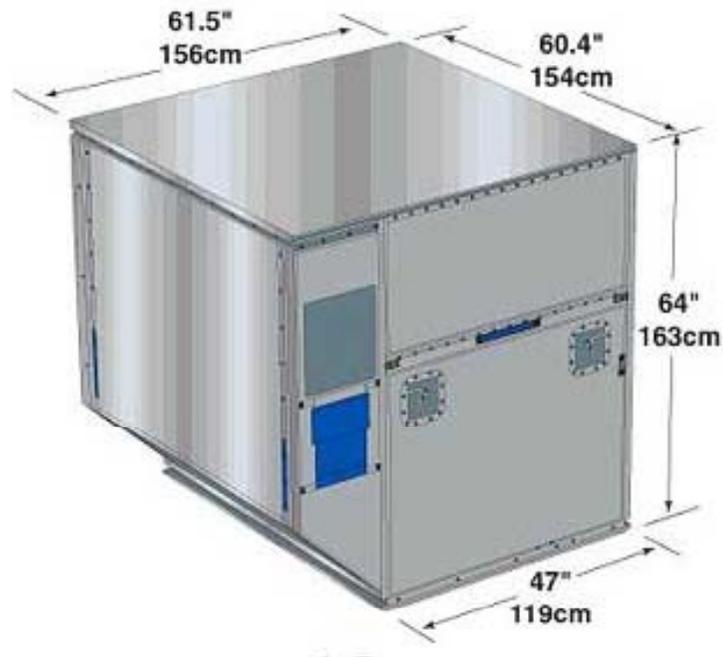
**Type 5
LD-9 (AA2, AAP)**
Useable Vol. 10.6 cu. m (376 cu. ft.)
Max. Gross Wt. 4626 kg (10,200 lbs)
Tare Wt. (Alum) 248.5 kg (548 lbs)
(Fibreglass) 272 kg (600 lbs)



**Type 5.5A
PALLET (PAG, PAJ, PAP, P1G, P1P)**
Pallet Base with Web Net
Useable Vol. 10.9 cu. m (385 cu. ft.)
Max. Gross Wt. 4626 kg (10,200 lbs)
Tare Wt. (minus net) 104 kg (229 lbs)

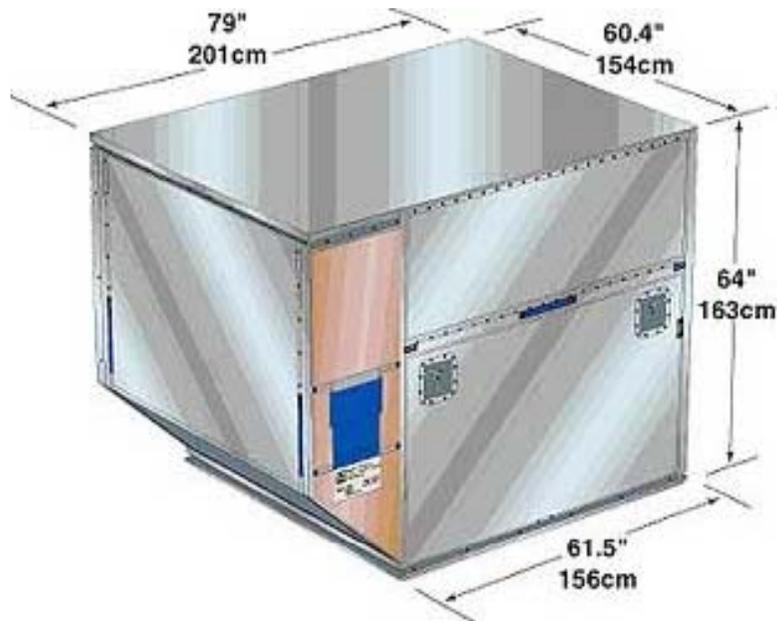
Quando si stima il peso totale del carico pagante, deve essere considerato anche il carico dei containers. Alcuni contenitori per il trasporto di cibo includono anche unità di refrigerazione. Tipicamente le stive di carico sono pressurizzate, anche se la temperatura può essere diversa rispetto alla temperatura di cabina.

Standard cargo container



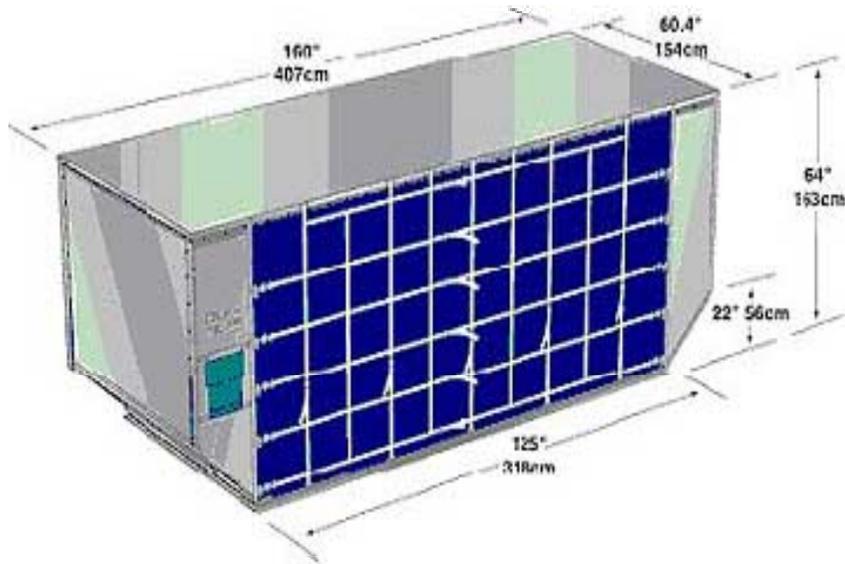
Type	LD 2 Container
Code	DPE
Base Dimensions	1.534 m x 1.194 m
Height	1.626 m
External Volume	3.8 cbm
Internal Volume	3.4 cbm
Tare Wt	72 kg
Max. Gross Wt	1224 kg

Standard cargo container



Type	LD 3 Container
Base Dimensions	1.562 m x 1.534 m
Height	1.626 m
External Volume	4.8 cbm
Internal Volume	4.3 cbm
Tare Wt	85 kg
Max. Gross Wt	1587 kg

Standard cargo container



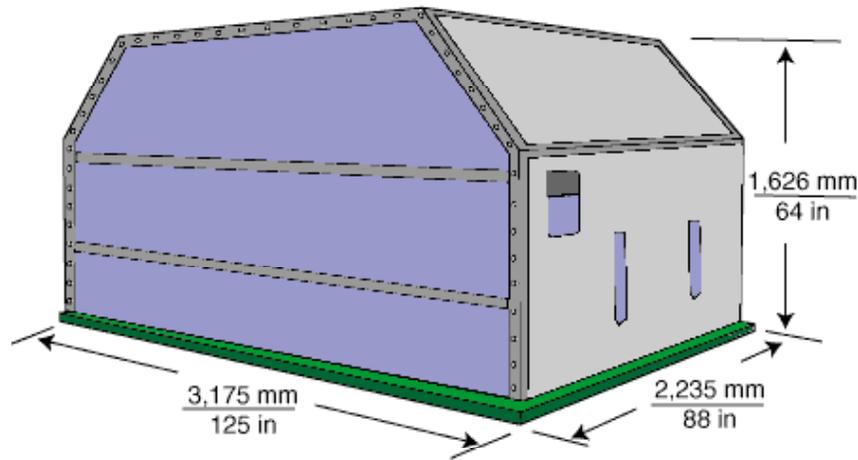
Type	LD 6 Container
Base Dimensions	3.175 m x 1.534 m
Height	1.626 m
External Volume	9.6 cbm
Internal Volume	8.9 cbm
Tare Wt	170 kg
Max. Gross Wt	3175 kg

Standard cargo container



Type	LD 8 Container
Base Dimensions	2.438 m x 1.534 m
Height	1.626 m
External Volume	7.9 cum
Internal Volume	7.2 cum
Tare Wt	120 kg
Max. Gross Wt	2449 kg

Standard cargo container



Upper Deck Container-IATA
Type 5-IATA Prefix: AAK-ATA: LD-7

Maximum Gross Weight
6,033 kg / 13,300 lb
Volume
9.91 m³ / 350 ft³
Tare
200 kg / 440 lb

External Dimensions
(L x W x H)
3,175 mm x 2,235 mm x 1,626 mm
(125 in x 88 in x 64 in)

Standard cargo container



Type	LD 9 Container
Base Dimensions	3.175 m x 2.235 m
Height	1.626 m
External Volume	11.3 cbm
Internal Volume	10.6 cbm
Tare Wt	208 kg
Max. Gross Wt *	4626 kg
Loadable in	A340-300 & B767-200

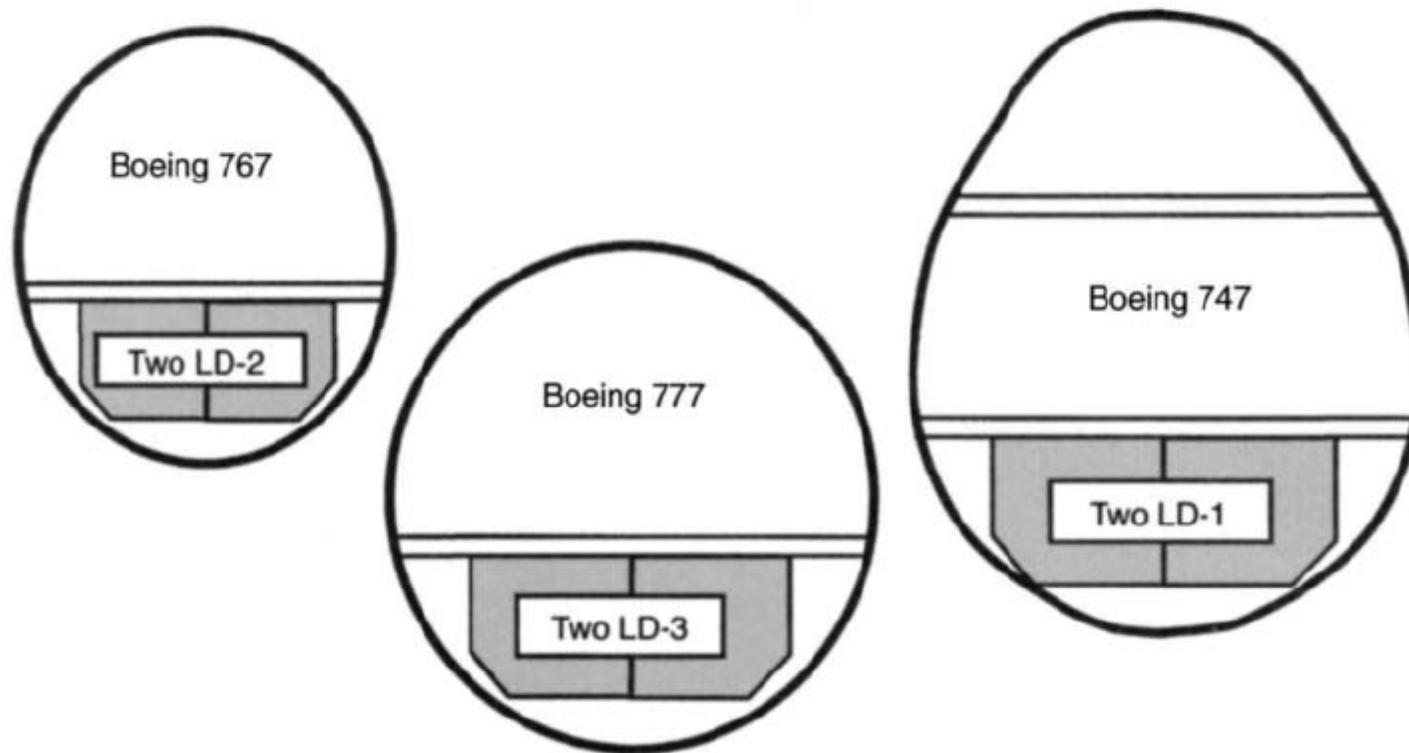


Fig. 5.6 Under-floor cargo container space requirements.

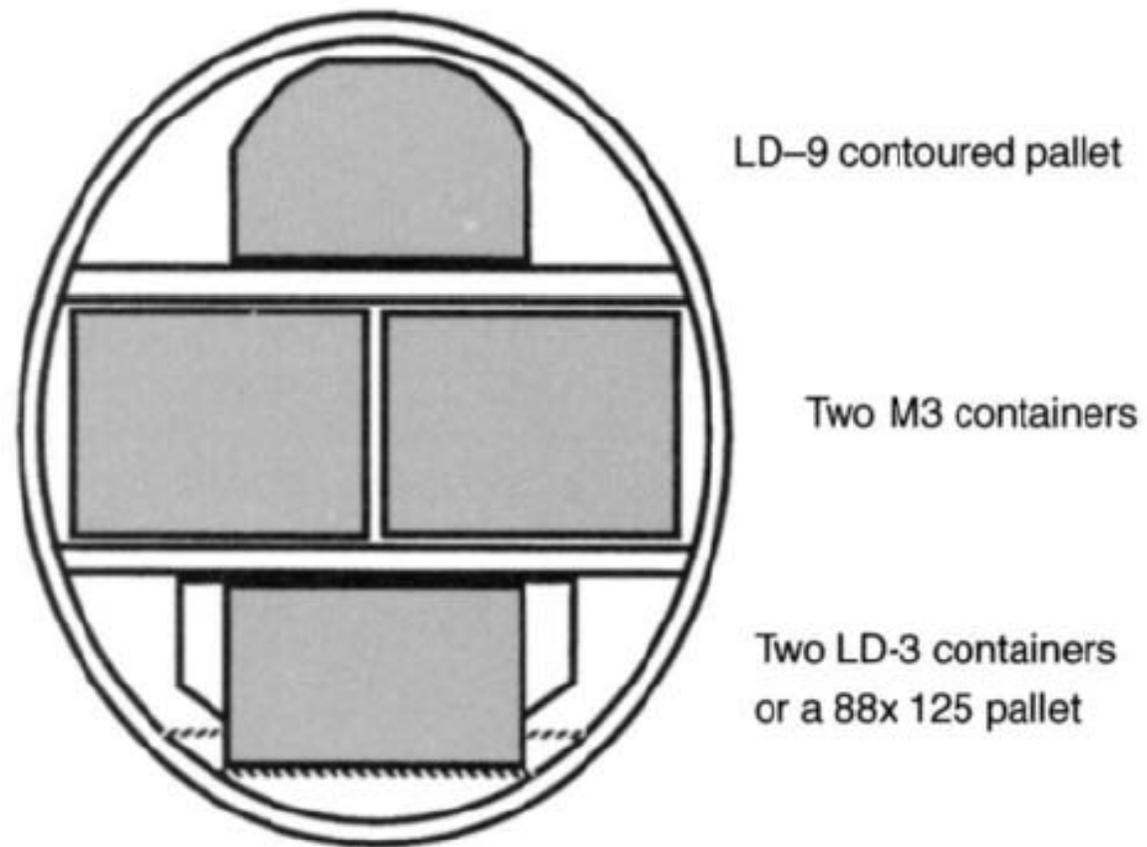


Fig. 5.7 Cargo version of new large aircraft (source MD 12).

Numero e tipo di uscite di emergenza

Numero e tipo di uscite di emergenza per numero di passeggeri, per ciascun lato della fusoliera (C.S. 25.807)

No. Pass.	Type I	Type II	Type III	Type IV
1-9				1
10-19			1	
20-39		1	1	
40-79	1		1	
80-109	1		2	
110-139	2		1	
140-179	2		2	
180-299	Add exits so that 179 plus "seat credits" \geq passenger number.			

Seat Credit	Exit Type
12	Single Ventral
15	Single Tailcone
35	Pair Type III
40	Pair Type II
45	Pair Type I
110	Pair Type A

≥ 300 Use pairs of Type A or Type I with the sum of "seat credits" \geq passenger number.



Figure tratte da www.Aviation-safety.net

Numero e tipo di uscite di emergenza

Il numero e la dimensione delle uscite di emergenza è basato sul numero di passeggeri (i membri dell'equipaggio non sono inclusi nel numero di passeggeri!).

Da 1 a 179 passeggeri il numero di uscite di emergenza può essere trovato usando la tabella nella slide precedente.

Riferirsi a CS 25.807.

Si noti che il numero di uscite di emergenza indicato è inteso **per ciascun lato della fusoliera!**

(per esempio per un massimo di 9 passeggeri è richiesta un'uscita di tipo IV sul lato destro della fusoliera e un'altra uscita di tipo IV sul lato sinistro)

Per più di 179 passeggeri (fino 299) si applica un sistema a "credito di posti":

Una coppia di uscite di tipo A (una per lato della fusoliera) permette di imbarcare 179+110 passeggeri.

Una coppia di uscite di tipo I (una per lato della fusoliera) permette di imbarcare 179+45 passeggeri.

...

Una uscita singola in coda permette di imbarcare 179+15 passeggeri

Una uscita singola ventrale permette di imbarcare 179+12 passeggeri

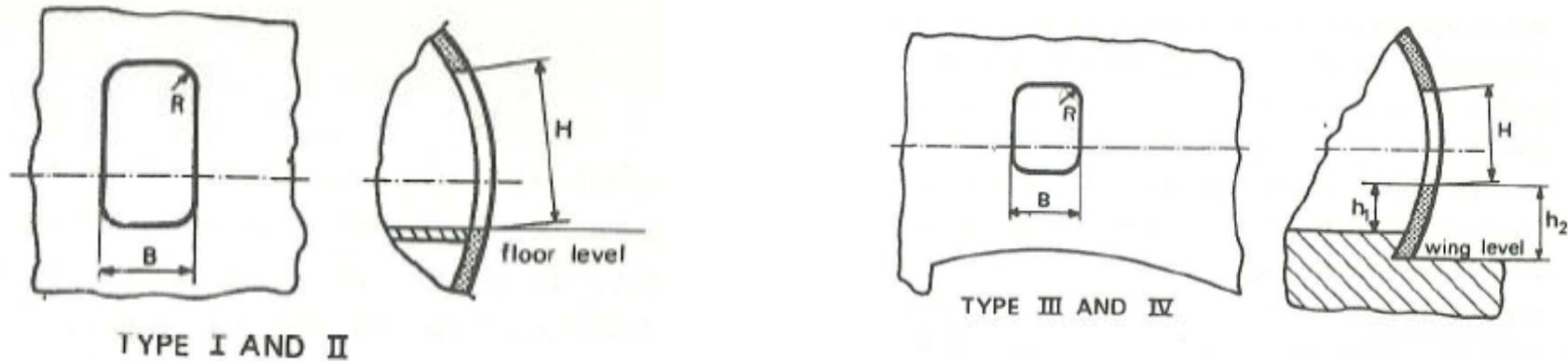
Oltre i 299 passeggeri, tutte le uscite devono essere o di tipo A o di tipo I: una coppia di uscite di tipo A (una per lato) deve essere inserita ogni 110 passeggeri (o una coppia di uscite di tipo I ogni 45 passeggeri)

Per poter imbarcare 600 passeggeri 6 coppie di uscite di tipo A devono essere installate (6 per lato).

L'A380 presenta 8 coppie di porte tipo A, quindi è stato certificato per 880 passeggeri (8x110 passeggeri)

Non si possono collocare sedili di davanti alle porte di uscita, ciò richiede una maggiore lunghezza della fusoliera per un dato numero di file di posti.

Dimensioni delle uscite di emergenza



Type	Location	Min. Dimensions Width × Height (in.)	Min. Step Height Inside:Outside (in.)
Type I	Floor Level	24 × 48	—
Type II	Floor Level	20 × 44	—
	Overwing	20 × 44	10:17
Type III	Overwing	20 × 36	24:27
Type IV	Overwing	19 × 26	27:36
Tailcone	Aft of Pressure Hull	20 × 60	24:27
Ventral	Bottom of Fuselage	Equiv. Type I	—
Type A	Floor Level	42 × 72	—

In base alle CS 25.807

Da Toorenbeek

FUS emergency exit

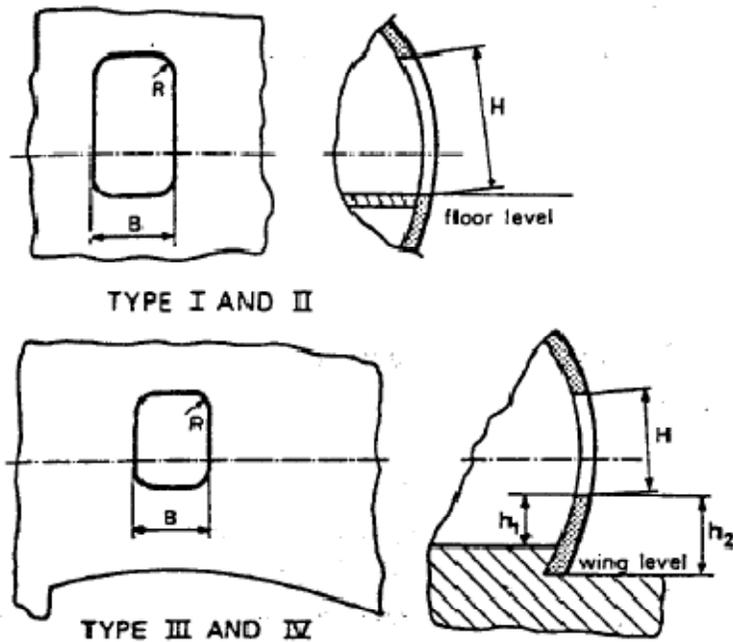


Fig. 3-16. Classification of emergency exit

EMERGENCY EXIT CLASSIFICATION AND LOCATION	B (min) inches (mm)	H (min) inches (mm)	R (max) inches (mm)	MAX. HEIGHT OF STEP	
				inside (h ₁) inches (mm)	outside (h ₂) inches (mm)
I FLOOR LEVEL	24 (610)	48 (1219)	$\frac{1}{3} B$	-	-
II	FLOOR LEVEL	20 (508)	44 (1118)	$\frac{1}{3} B$	-
	ABOVE WING			10 (254)	17 (432)
III ABOVE WING	20 (508)	36 (915)	$\frac{1}{3} B$	20 (508)	27 (686)
IV ABOVE WING	19 (483)	26 (661)	$\frac{1}{3} B$	29 (737)	36 (914)

FUS emergency exit

SEATING CAPACITY (EXCL. CABIN STAFF)	NUMBER OF EXITS REQUIRED ON EACH SIDE OF THE FUSELAGE			
	TYPE I	TYPE II	TYPE III	TYPE IV
1 through 10	-	-	-	1
11 through 19	-	-	1	-
20 through 39	-	1	- 1	X
40 through 59	1	-	- 1	X
60 through 79	1	-	1	-
80 through 109	1	-	1 2	X
110 through 139	2	-	1	-
140 through 179	2	-	2	-

Dimensioni delle uscite di emergenza (CS 25.807)

CS 25.807 Emergency exits:

(a) Type. For the purpose of this CS-25, the types of exits are defined as follows:

- (1) Type I. This type is a floor level exit with a rectangular opening of not less than 61 cm (24 inches) wide by 1.22 m (48 inches) high, with corner radii not greater than one-third the width of the exit.
 - (2) Type II. This type is a rectangular opening of not less than 51 cm (20 inches) wide by 1.12 m (44 inches) high, with corner radii not greater than one-third the width of the exit. Type II exits must be floor level exits unless located over the wing, in which case they may not have a step-up inside the aeroplane of more than 25 cm (10 inches) nor a step-down outside the aeroplane of more than 43 cm (17 inches).
 - (3) Type III. This type is a rectangular opening of not less than 51 cm (20 inches) wide by 91 cm (36 inches) high, with corner radii not greater than one-third the width of the exit, and with a step-up inside the aeroplane of not more than 51 cm (20 inches). If the exit is located over the wing, the step-down outside the aeroplane may not exceed 69 cm (27 inches).
 - (4) Type IV. This type is a rectangular opening of not less than 48 cm (19 inches) wide by 66 cm (26 inches) high, with corner radii not greater than one-third the width of the exit, located over the wing, with a step-up inside the aeroplane of not more than 74 cm (29 inches) and a step-down outside the aeroplane of not more than 91 cm (36 inches).
 - (5) Ventral. This type is an exit from the passenger compartment through the pressure shell and the bottom fuselage skin. The dimensions and physical configuration of this type of exit must allow at least the same rate of egress as a Type I exit with the aeroplane in the normal ground attitude, with landing gear extended.
 - (6) Tail cone. This type is an aft exit from the passenger compartment through the pressure shell and through an openable cone of the fuselage aft of the pressure shell. The means of opening the tail cone must be simple and obvious and must employ a single operation.
 - (7) Type A. This type is a floor level exit with a rectangular opening of not less than 1.07 m (42 inches) wide by 1.83 m (72 inches) high with corner radii not greater than one-sixth of the width of the exit.
- (b) Step down distance. Step down distance, as used in this paragraph, means the actual distance between the bottom of the required opening and a usable foot hold, extending out from the fuselage, that is large enough to be effective without searching by sight or feel.
- (c) Over-sized exits. Openings larger than those specified in this paragraph, whether or not of rectangular shape, may be used if the specified rectangular opening can be inscribed within the opening and the base of the inscribed rectangular opening meets the specified step-up and step-down heights.

Dimensioni delle uscite di emergenza (CS 25.807)

CS 25.807 Uscite di emergenza:

(a) Tipo. Ai fini del presente CS-25, i tipi di uscite sono definiti come segue:

(1) Tipo I. E' un tipo di uscita al livello del pavimento con apertura di forma rettangolare di non meno di 61 centimetri (24 pollici) di larghezza per 1,22 m (48 pollici) di altezza, con raggi degli angoli non superiori a un terzo della larghezza dell'uscita.

(2) Tipo II. E' un tipo di uscita con apertura di forma rettangolare di non meno di 51 centimetri (20 pollici) di larghezza per 1,12 m (44 pollici) di altezza, con raggi degli angoli non superiori a un terzo della larghezza dell'uscita. Le uscite di tipo II devono essere al livello del piano del pavimento se non sono collocate sull'ala, nel qual caso esse non possono avere un dislivello (step-up) rispetto all'interno del velivolo di più di 25 centimetri (10 pollici), né un dislivello (step-down) verso l'esterno del velivolo di più di 43 centimetri (17 pollici).

(3) Tipo III. E' un tipo di uscita con apertura di forma rettangolare di non meno di 51 centimetri (20 pollici) di larghezza per 91 centimetri (36 pollici) di altezza, con raggi degli angoli non superiori a un terzo della larghezza dell'uscita, e con un dislivello (step-up) rispetto all'interno del velivolo di non più di 51 centimetri (20 pollici). Se l'uscita si trova sopra l'ala, il dislivello (step-down) verso l'esterno del velivolo non può superare i 69 cm (27 pollici).

(4) Tipo IV. E' un tipo di uscita con apertura di forma rettangolare di non meno di 48 centimetri (19 pollici) di larghezza per 66 centimetri (26 pollici) di altezza, con raggi degli angoli non superiori a un terzo della larghezza dell'uscita, collocata sopra l'ala, con un dislivello (step-up) rispetto all'interno del velivolo di non più di 74 centimetri (29 pollici) e un dislivello (step-down) verso l'esterno del velivolo di non più di 91 centimetri (36 pollici).

(5) Ventrale. E' un tipo di uscita dal vano passeggeri attraverso la paratia pressurizzata e la parte inferiore del rivestimento di fusoliera. Le dimensioni e la configurazione fisica di questo tipo di uscita deve consentire almeno lo stesso tasso di uscita di una uscita di tipo I con il velivolo nel normale assetto a terra, con il carrello di atterraggio esteso.

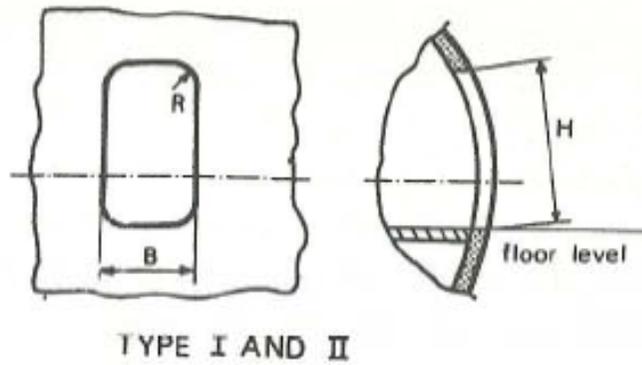
(6) Cono di coda. E' un tipo uscita di poppa dal vano passeggeri attraverso la paratia pressurizzata e attraverso un cono apribile nella parte posteriore della fusoliera. La modalità di apertura del cono di coda deve essere semplice e chiara e deve richiedere una sola operazione.

(7) Tipo A. E' un tipo di uscita al livello del pavimento di forma rettangolare con apertura di non meno di 1,07 m (42 pollici) di larghezza per 1,83 m (72 pollici) di altezza con raggi degli angoli non superiori a un sesto della larghezza dell'uscita.

(b) Dislivello (step-down) . Per dislivello, come usato in questo paragrafo, si intende la distanza effettiva tra il fondo della apertura richiesta e un appoggio utilizzabile, che si estende dalla fusoliera, che sia abbastanza grande da essere usato senza necessità di cercarlo a vista o a tatto.

(c) Uscite sovradimensionate. Aperture di dimensioni superiori a quelle specificate nel presente paragrafo, anche se non di forma rettangolare, possono essere utilizzate se l'apertura rettangolare specificata può essere iscritta entro l'apertura e la base dell'apertura rettangolare iscritta soddisfa le specifiche delle altezze di step-up e step-down.

Dimensioni e tipi di uscite di emergenza



Type I

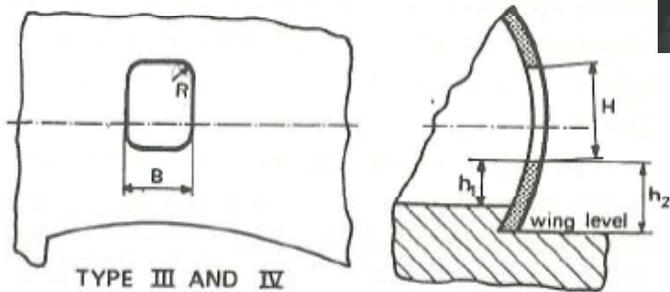
Dimensioni e tipi di uscite di emergenza



Type III



Type IV



Numero e tipi di uscite di emergenza (CS 25.807)

- ① Type I pax. door
- ② Type I service door
- ③ Type I pax. door
- ④ Type I service door
- ⑤ Type I pax. door
- ⑥ Type I service door
- ⑦ Type I pax. door
- ⑧ Type I service door
- ⑨ Type A emergency exit
- ⑩ Type A emergency exit
- ⑪ cockpit emergency hatch



Boeing 747-400 r/h emergency exit



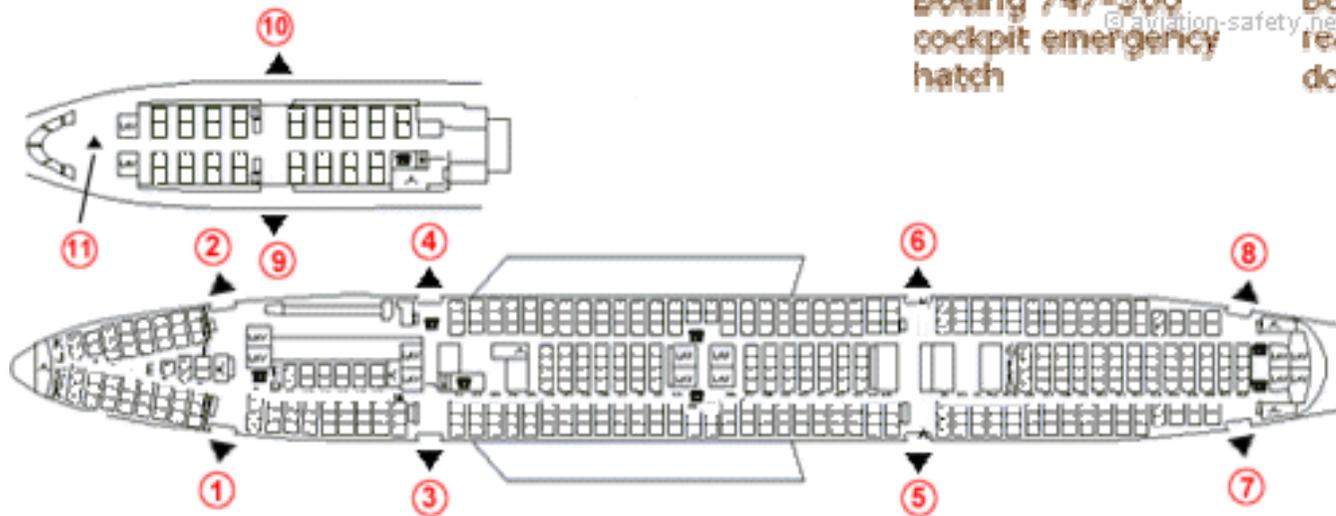
Boeing 747-300 L4 emergency exit - outside



Boeing 747-300 cockpit emergency hatch

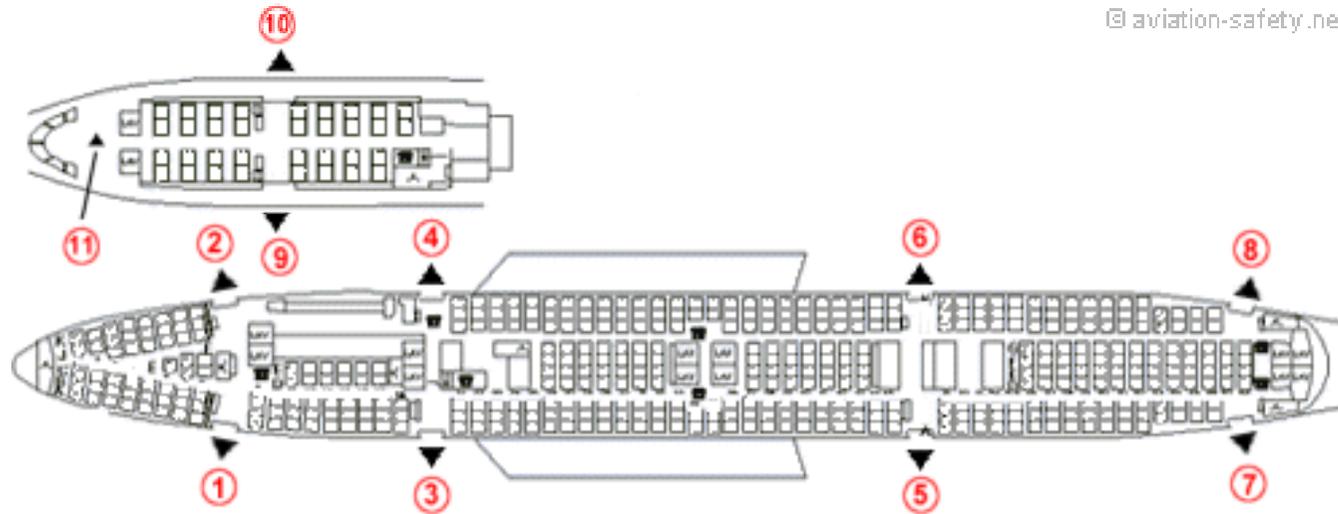


Boeing 747-400 l/h rear emergency exit door handle



Numero e tipi di uscite di emergenza (CS 25.807)

@aviation-safety.net



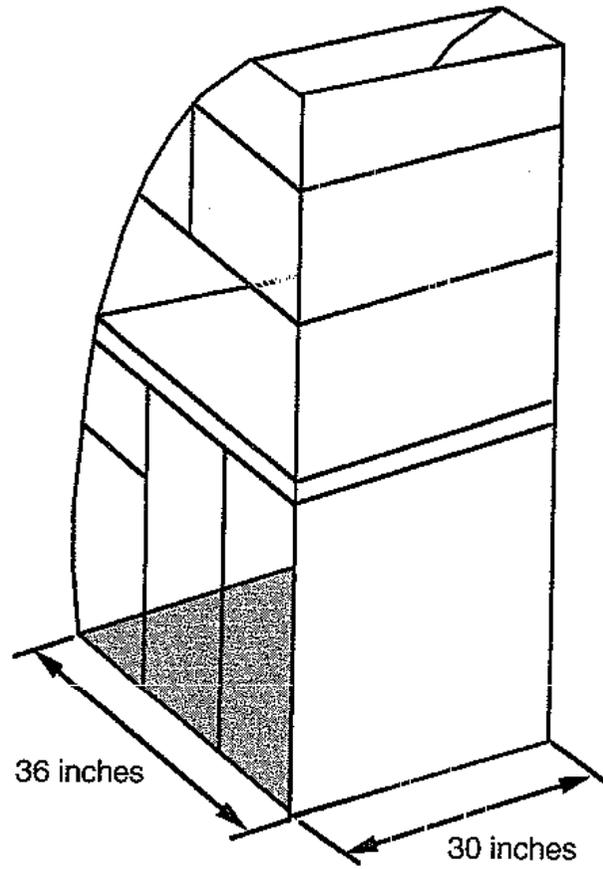
Si noti come non ci siano posti in corrispondenza delle uscite di emergenza. Devono inoltre essere rispettati alcuni vincoli di distanza minima. Ciò ha un impatto sulla lunghezza totale di cabina.

Nel calcolo della lunghezza di cabina il progettista deve considerare anche il numero e le dimensioni di:

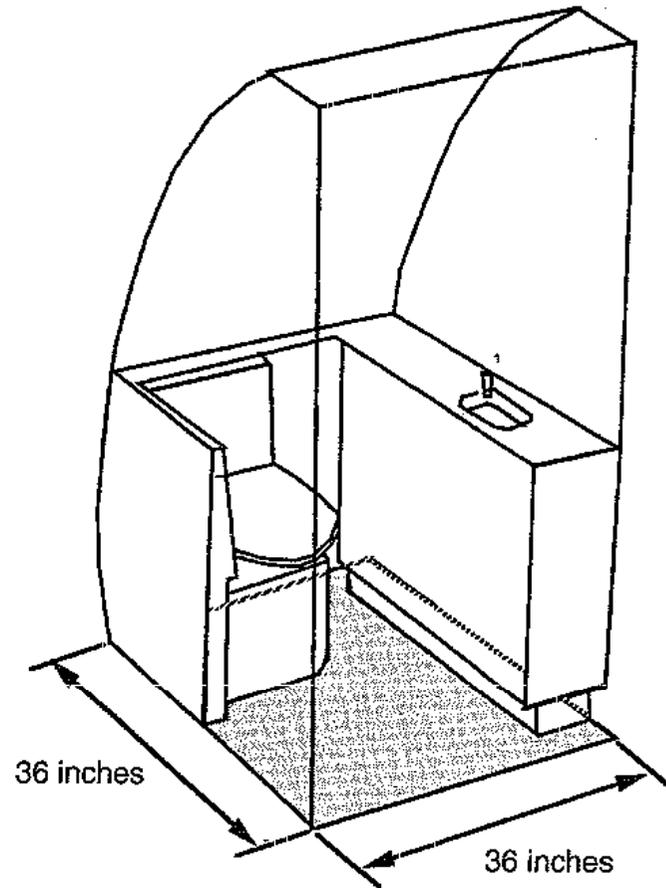
- ripostigli,
- cambuse,
- servizi
- posti per assistenti di volo (minimo numero di assistenti di volo stabilito da CF 91.215)

I regolamenti stabiliscono il numero minimo e le dimensioni di ciascuno di tali elementi

Cambuse e servizi



Typical galley layout

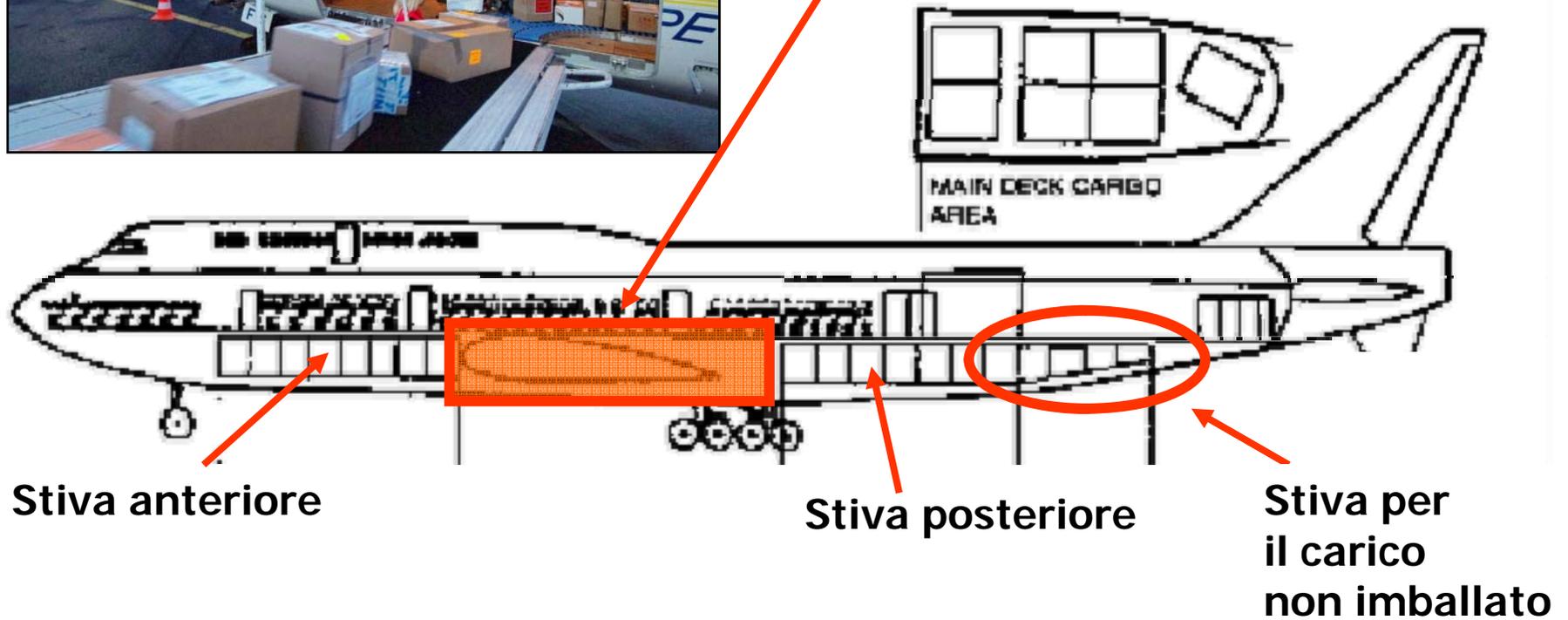


Typical toilet layout

Sistemazioni combinate di passeggeri e cargo



Attraversamento dell'ala
(Si deve fare una stima della corda della sezione alare di radice)

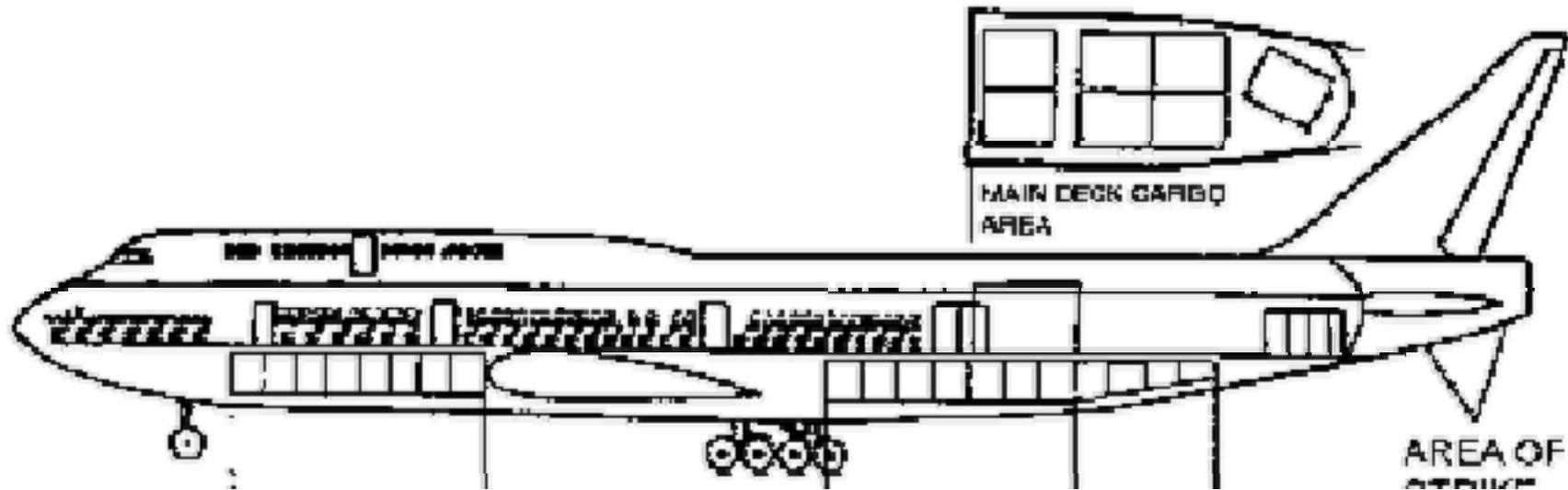


Stiva anteriore

Stiva posteriore

Stiva per il carico non imballato

Sistemazioni combinate di passeggeri e cargo



A seconda del tipo di velivolo (passeggeri, cargo, combi), diversi requisiti di carico impongono diversi tipi di struttura del pavimento e diverse dimensioni dei portelloni per facilitare il carico e lo scarico di grossi contenitori.

Una versione cargo di un dato velivolo porterà tipicamente (a parità di volume di carico) circa 1.5 volte il carico pagante rispetto alla versione passeggeri, in conseguenza della diversa densità tra il carico merci e il carico passeggeri con bagagli.

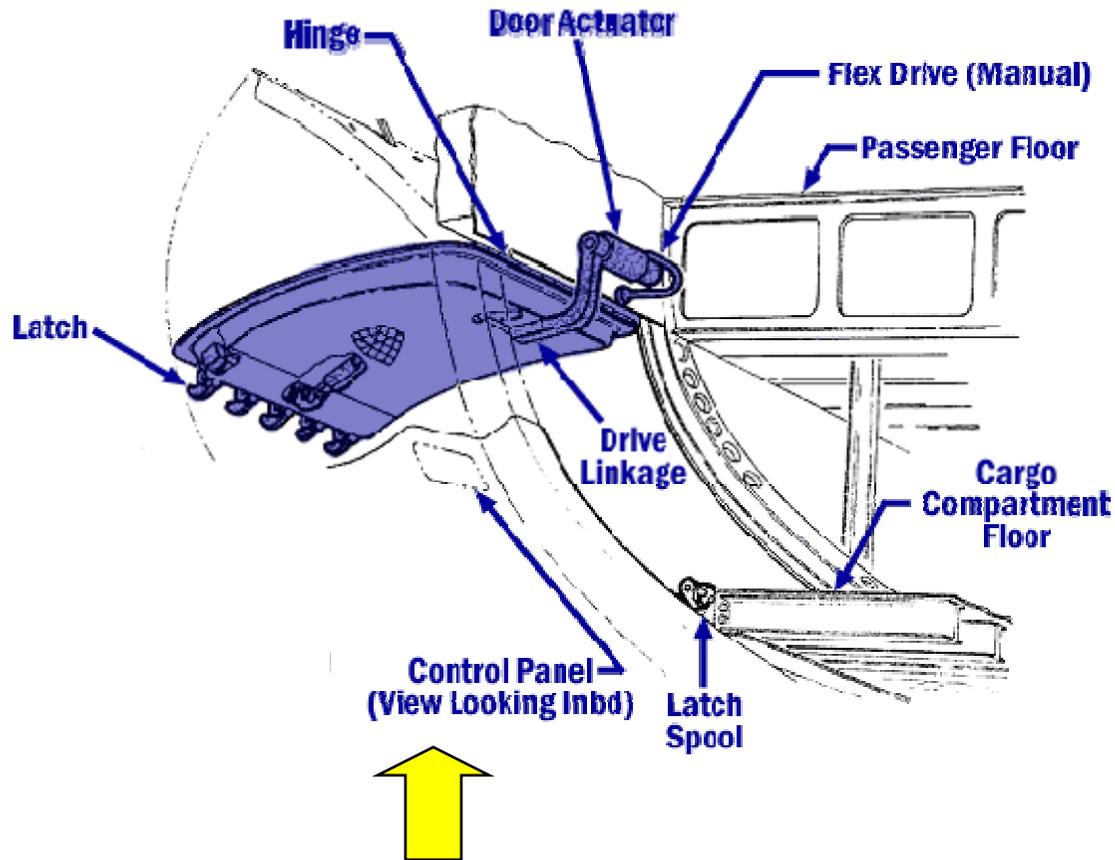
Si noti come il ponte inferiore sia diviso in due stive principali dalla sezione di attraversamento dell'ala.

Si deve stimare la corda di radice dell'ala.

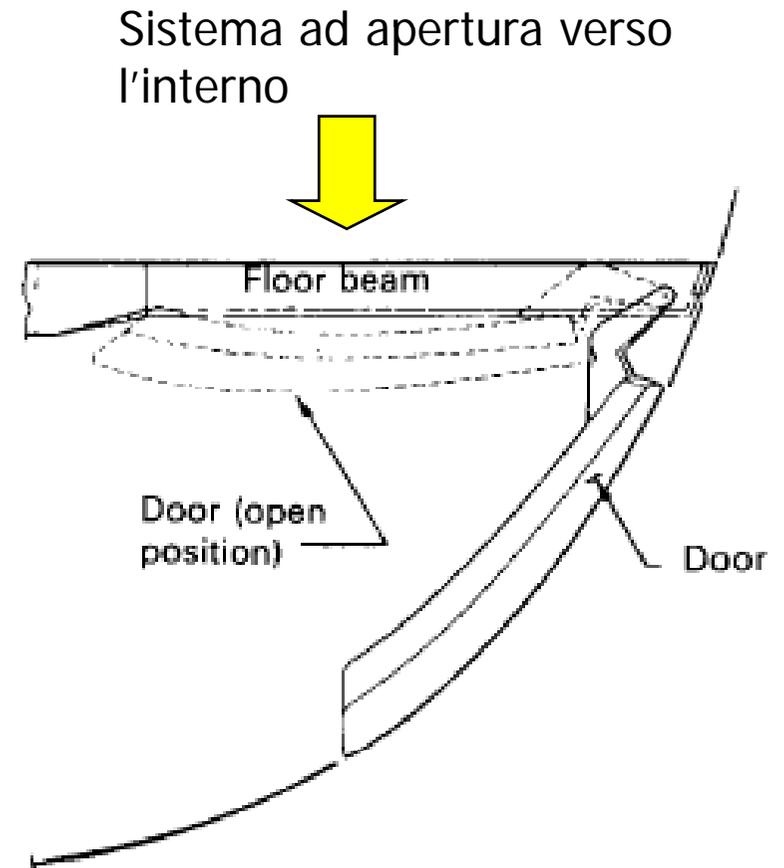
Poiché il progetto dell'ala non è stato ancora sviluppato, si devono prendere in esame dei velivoli di riferimento (in seguito si potrà controllare la bontà dell'assunzione iniziale sulla corda di radice ed eventualmente rivedere il progetto)

Il carico è collocato parzialmente anche nel cono di coda. Si tratta in tal caso di carico "sfuso" (non imballato) per l'impossibilità di usare contenitori standard.

Porte cargo: diversi sistemi di apertura laterale

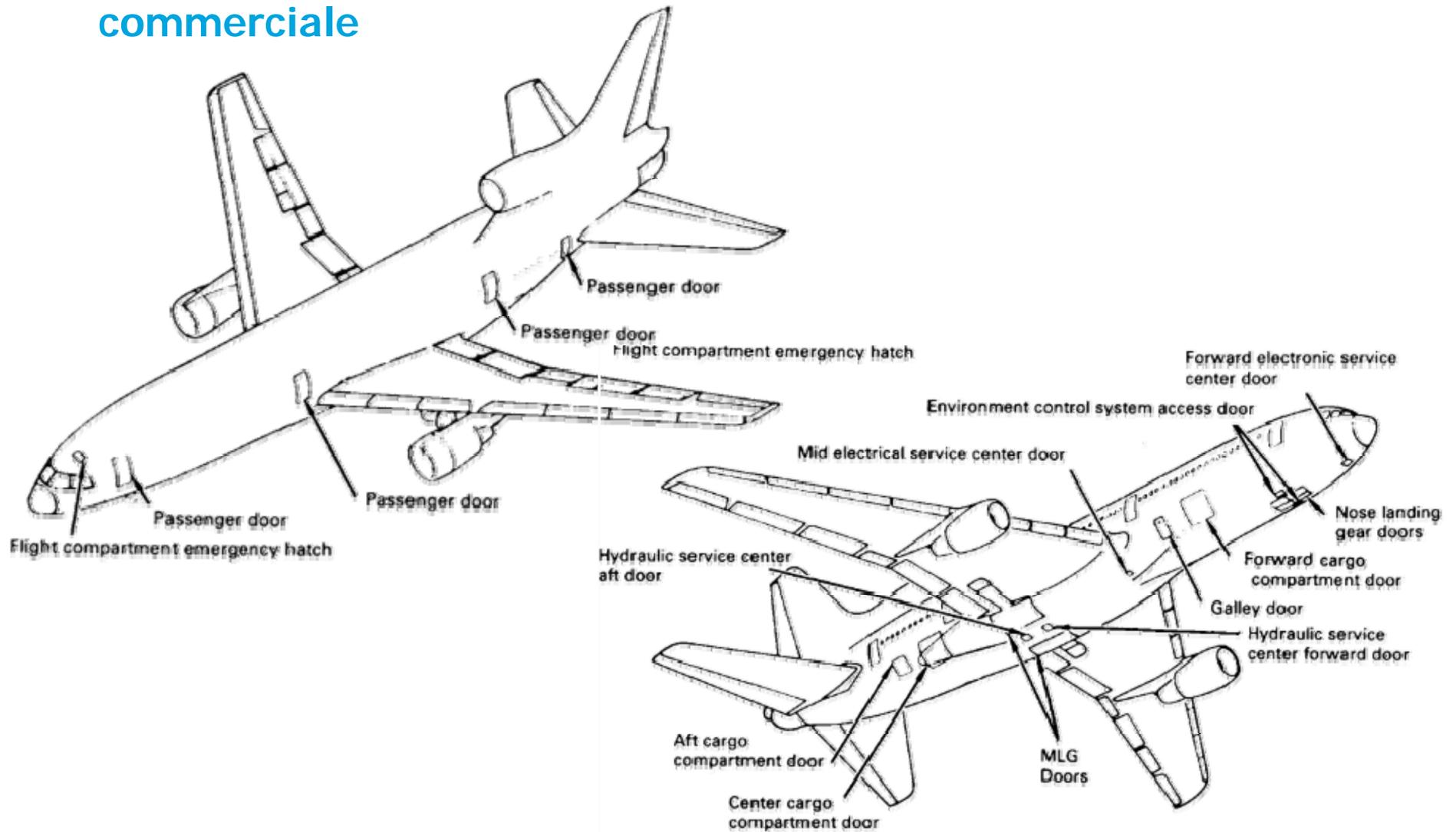


Sistema ad apertura verso l'esterno



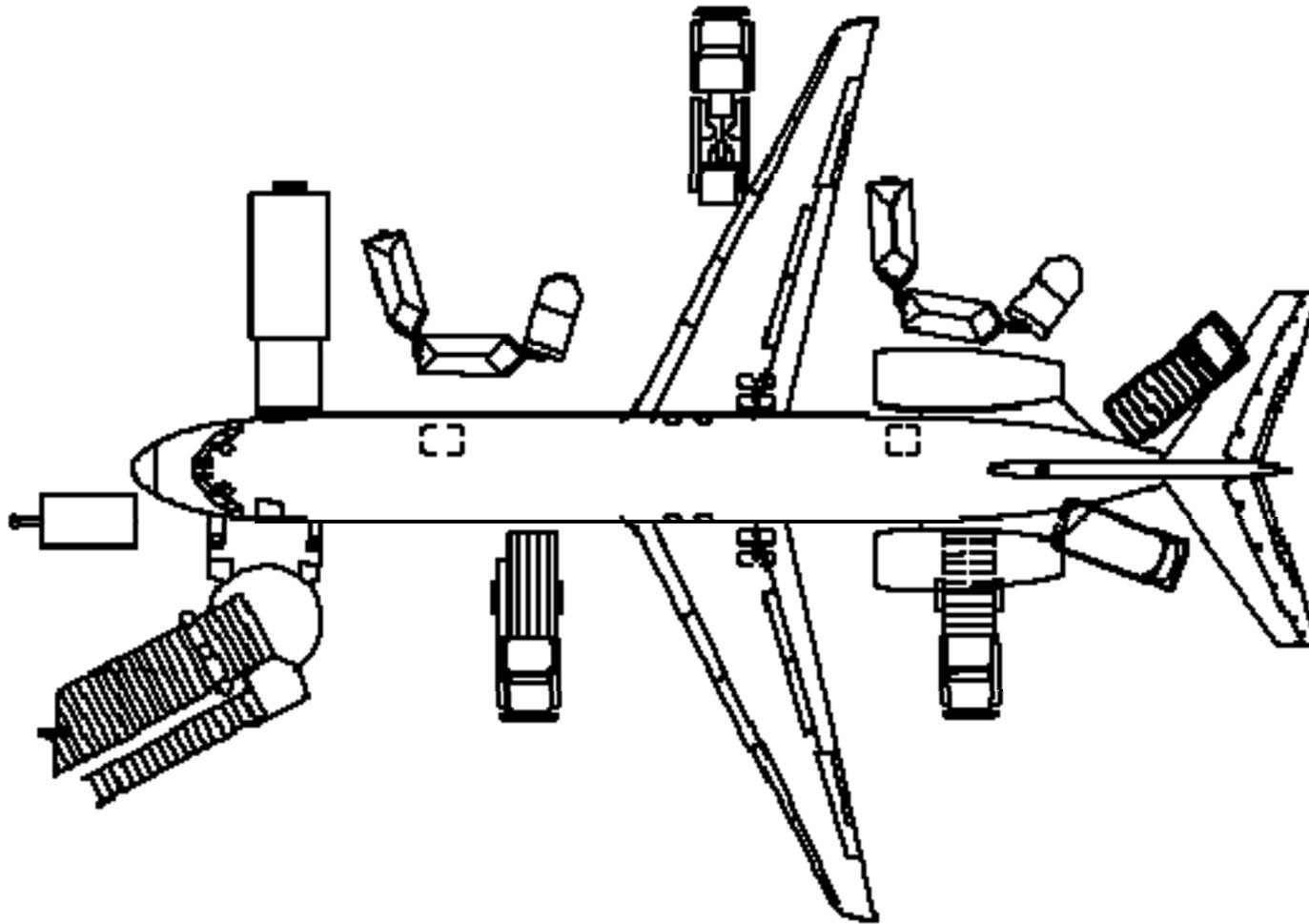
Fonte: <http://lessons.air.mmac.faa.gov> e Niu

Tipiche disposizioni dei portelloni su un velivolo da trasporto commerciale



Fonte: Niu, Airframe Structural Design

Considerazioni relative alle operazioni a terra nel progetto della fusoliera

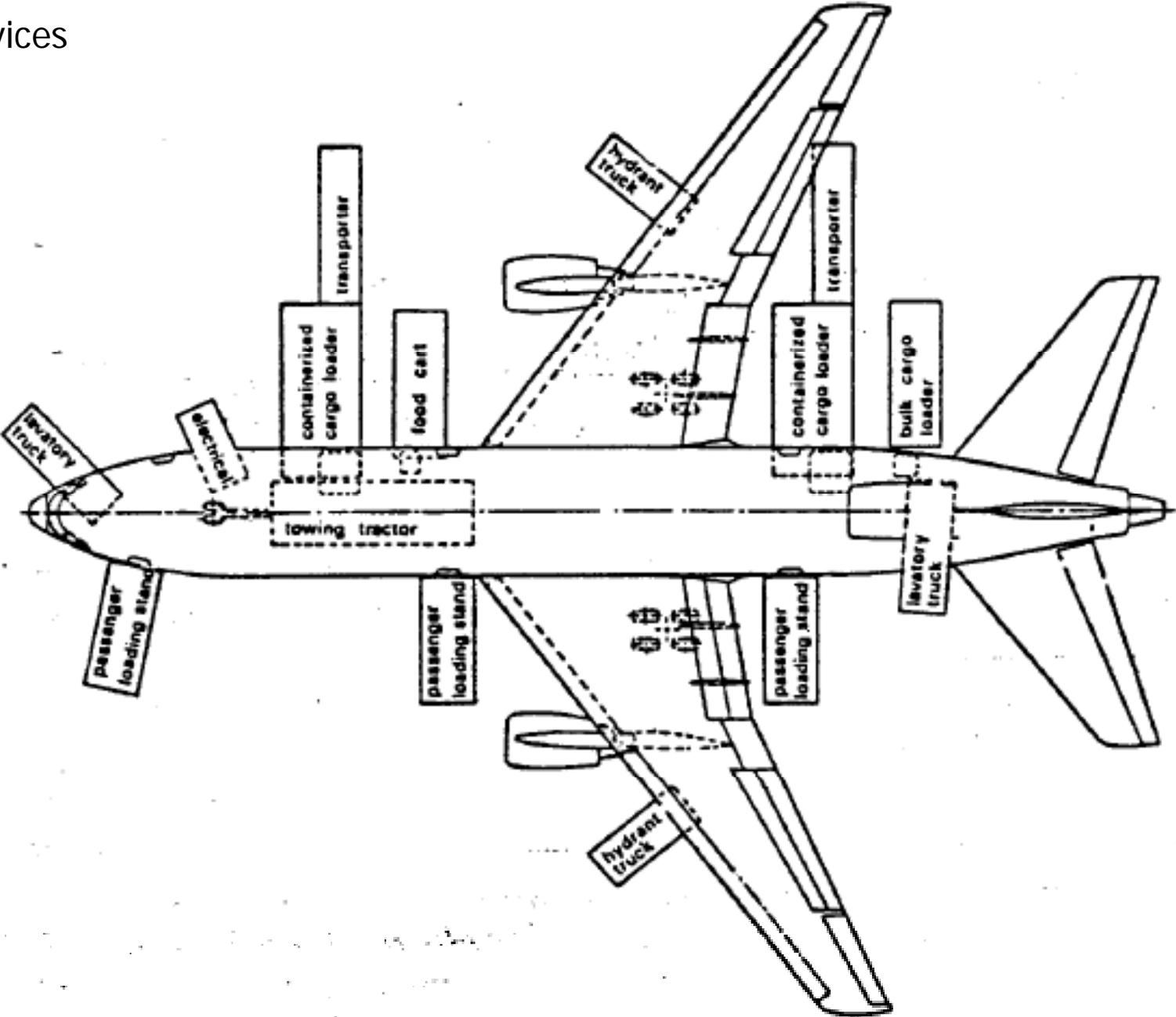


Oltre a fornire spazio per sedili, cambuse, servizi ed uscite di emergenza secondo quanto stabilito dai regolamenti, il layout del velivolo è importante per la manutenzione e nelle fasi iniziali del programma sono fatti degli studi per determinare se il layout è compatibile con i servizi a terra richiesti. (Fonte Kroo, Stanford)

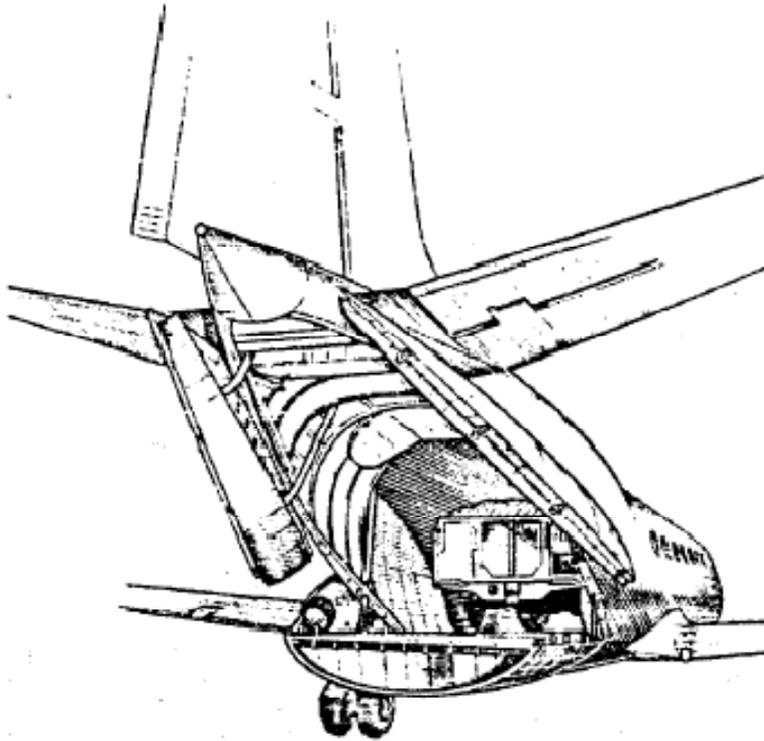
Services

Aircraft type:	N _{pass} -	Range N M	galleys		toilets			wardrobes	
			number	l x b (inch)	number	l x b (inch)	pass toilet	number	l x b (inch)
Aérospatiale N-262 Frégate	29	400	1	23 x 20	1	41 x 28	29	1	40 x 24
Grumman Gulfstream I	19	2100	1	34 x 25	1	67 x 37	19	1	36 x 32
Hawker Siddeley 748 srs 200	44	1000	1	37 x 14	1	53 x 35	44	-	
Fokker-VFW F.27 Friendship srs 200	48	1100	1	43 x 35	1	47 x 46	48	1	31 x 16
De Havilland Canada DHC-7	44	800	1	26 x 24	1	46 x 30	44	1	26 x 24
Lockheed L-188 Electra	95	2300	2	46 x 26	4	46 x 41	24	2	46 x 34
HFB 320 Hansajet	7	1000	1	24 x 24	1	30 x 26	7	1	24 x 15
Hawker Siddeley HS-125 srs 400	8	1450	-		1	35 x 28	8	1	24 x 12
Dassault Falcon 20.F	10	1500	1	27 x 18	1	44 x 30	10	1	51 x 25
Dassault Falcon 30/Mystère 40	34	750	-		1	41 x 31	34	-	
VFW-Fokker 614	40	700	1	35 x 28	1	55 x 32	40		65 x 40
Fokker VFW-F.28 Mk 1000	60	1025	1	44 x 25	1	58 x 25	60	1	25 x 21
BAC-111 srs 200/400	74	900	2	49 x 22	2	65 x 35	37	1	49 x 22
Mc Donnell Douglas DC-9 srs 10/20	80	1100	1	48 x 33	2	48 x 48	40	2	48 x 21
Boeing 737 srs 200	115	1800	1	55 x 43	2	43 x 34	58	1	55 x 43
Aérospatiale Caravelle 12	118	1000	1	51 x 43	2	55 x 43	59	2	24 x 17
Dassault Mercure	140	800	-		2	47 x 34	70	2	49 x 16
Boeing 727 series 200	163	1150	2	51 x 32	3	43 x 39	55	-	
Europlane	191	1400	3	42 x 42	4	42 x 42	48	1	52 x 26
A-300 B1	295	1600	3	-	5	59 x 35	59	-	
Lockheed L-1011	330	2700	1	20 x 13.5 ft ²	7	45 x 36	47	-	head racks
Mc Donnell Douglas DC-10	380	3000	1	under floor galley	9	40 x 40	42	2	6.3 x 1.8 ft ²
BAC-119	135	4200	1	49 x 32	5	47 x 41	27	2	42 x 24
Boeing 707-320 B	189	5000	2	79 x 47	4	40 x 37	48	1	79 x 43
Mc Donnell Douglas DC-8 srs 63	251	4000	2	48 x 34	5	42 x 42	50	4	34 x 20
Boeing 747	490	5000	4	6.6 x 2.1 ft ²	12	40 x 40	41	2	5.9 x 2.3 ft ²

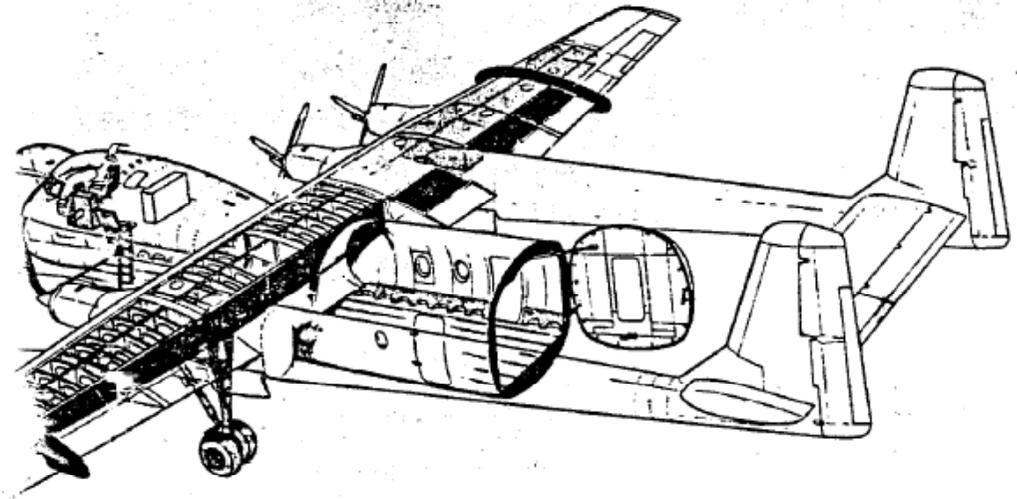
Services



CARGO



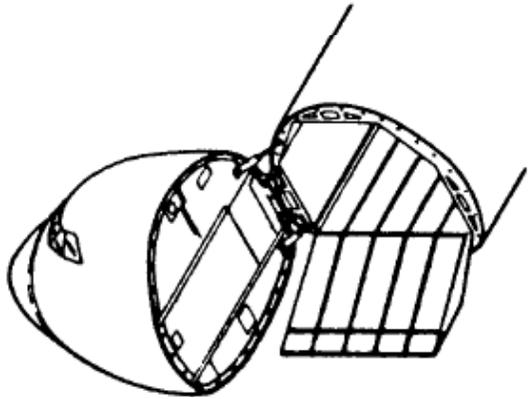
b. Rear loading door and ramps (Hawker Siddeley Andover)



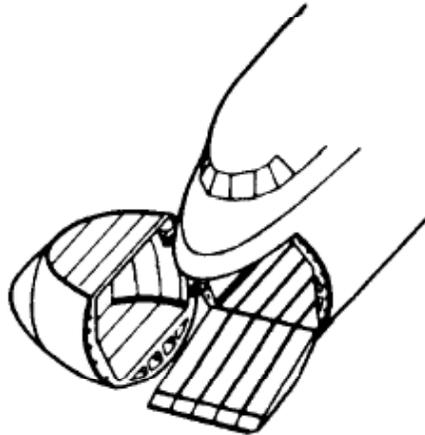
a. Rear loading door on aircraft with tail booms

Soluzioni speciali nel progetto della fusoliera per la sistemazione di grandi carichi

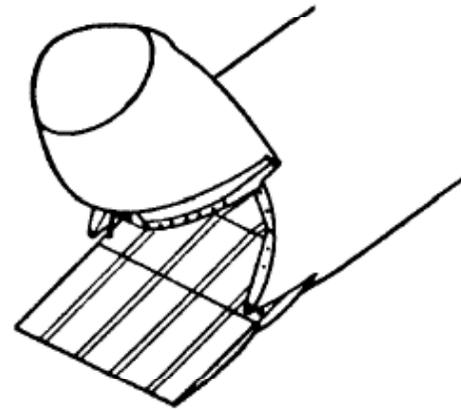
Esempi di soluzioni con sistema di carico a prua



(a) Full swing nose



(b) Raised cockpit, swing nose



(c) Raised cockpit, visor nose



Fonte: Niu, Airframe Structural Design

Soluzioni speciali nel progetto della fusoliera per la sistemazione di grandi carichi



A destra si vede la realizzazione di una versione modificata proposta per il Boeing 747 per il trasporto di componenti del 787. (Un Boeing equivalente al Airbus Beluga)