



**Università degli Studi di Trieste**

**Dipartimento di Ingegneria e Architettura**

**Laurea Magistrale: Ingegneria Civile**

**Corso : Strade Ferrovie ed Aeroporti (401MI-2)**



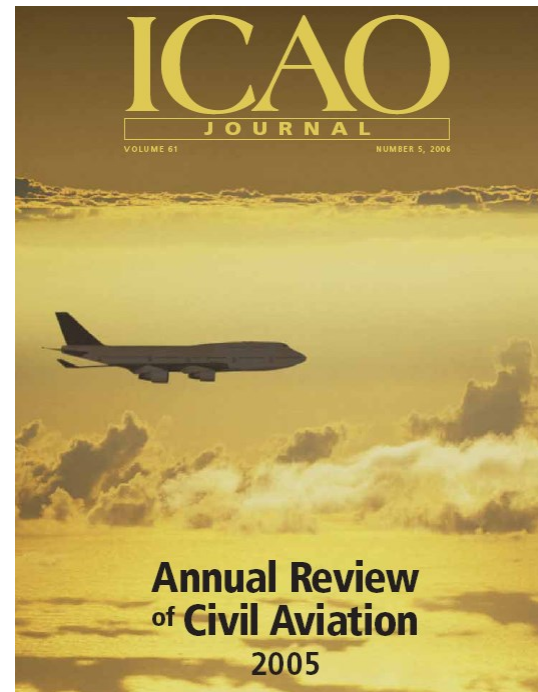
# Lezione 07: Trasporto Aereo

**Roberto Roberti**

Tel.: 040 558 3588

E-mail: roberto.roberti@dia.units.it

Anno accademico 2023/2024



# Obiettivi e Sommario

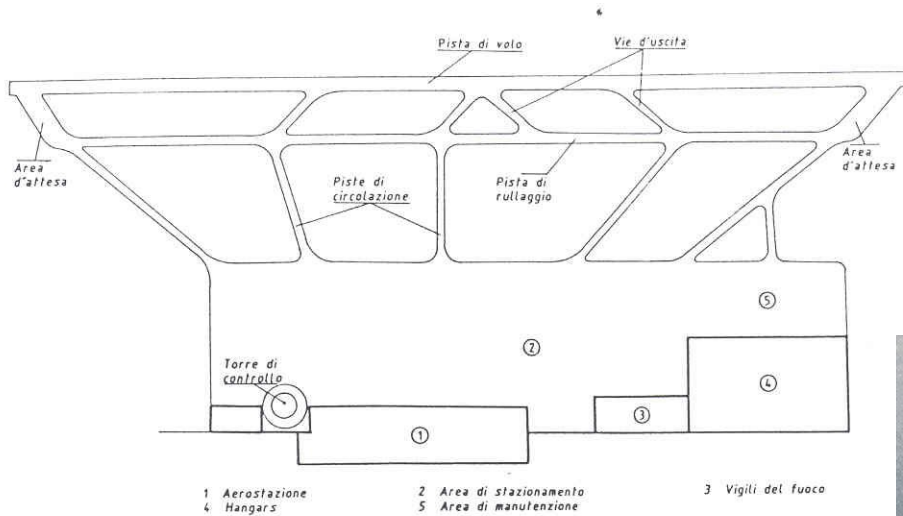
## Obiettivi Lezione 07:

- **Caratteristiche del trasporto aereo.**

## Sommario Lezione 07:

- **Definizione di infrastruttura aeroportuale;**
- **Le origini del volo: i mezzi più leggeri dell'aria, i mezzi più pesanti dell'aria, i primi trasporti commerciali;**
- **L'evoluzione del mezzo aereo;**
- **Definizione di traffico aereo civile;**
- **Statistiche di traffico aereo;**
- **Confronto trasporto aereo e gli altri mezzi di trasporto;**
- **La sicurezza del trasporto aereo;**
- **Organizzazione dei trasporti aerei;**
- **La normativa sul trasporto aereo;**
- **La regolamentazione del traffico aereo;**
- **I servizi al traffico aereo;**
- **Gli spazi aerei;**
- **Le regole dell'aria.**

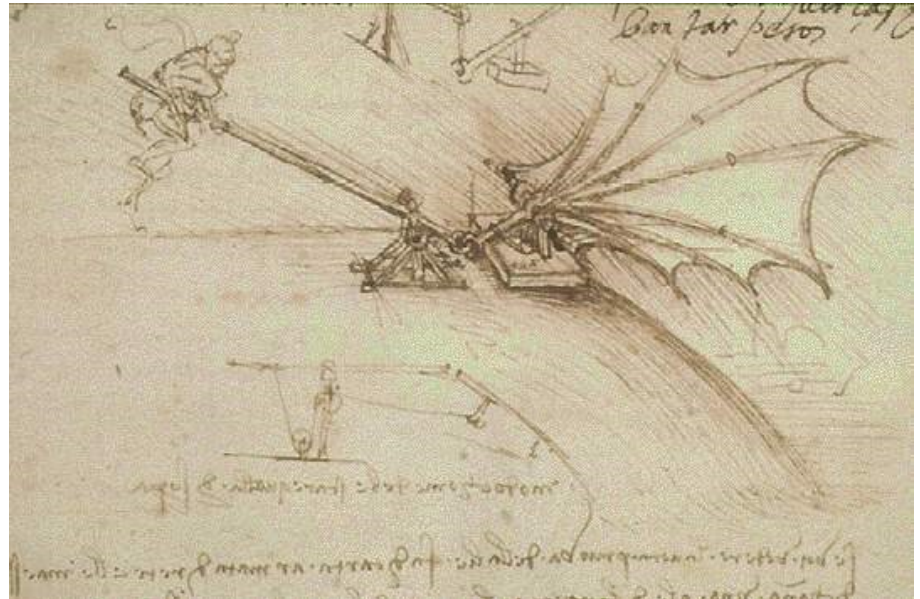
# Le infrastrutture aeroportuali



# Le origini del volo – Tra mitologia e realtà



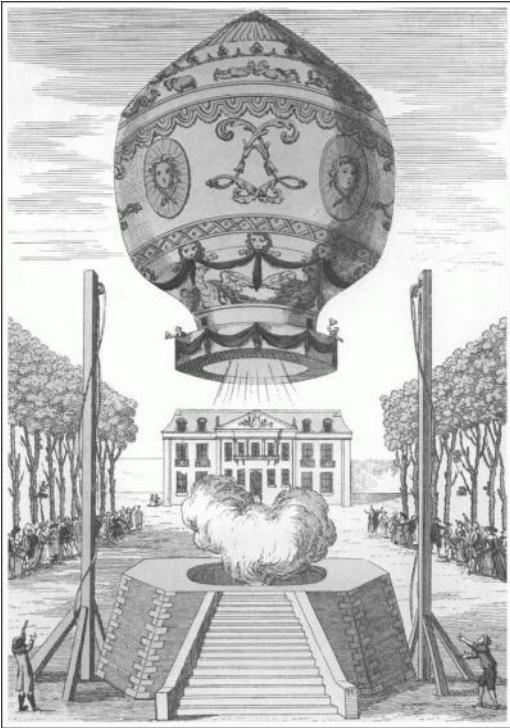
**Dedalo ed Icaro**



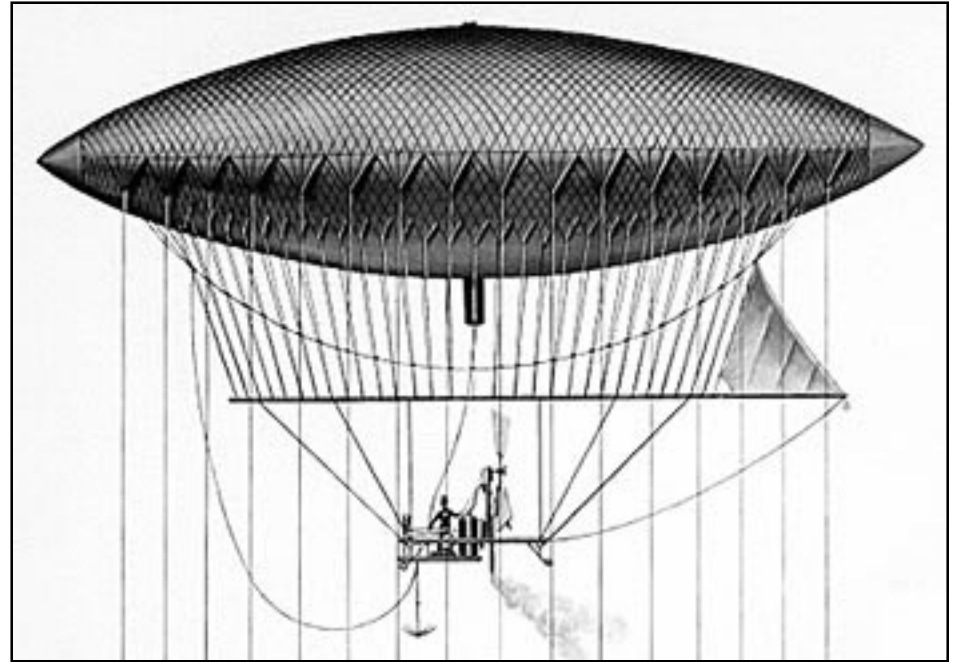
**Leonardo da Vinci**



# I mezzi più leggeri dell'aria



**I fratelli Montgolfier (1783)**



**Il primo dirigibile mosso da un motore  
(Henri Giffard – 1852)**

# I mezzi più leggeri dell'aria

**GRANDE ARENA**  
 Domenica 28 Luglio 1878, alle ore 6 1/2  
 GRANDIOSO SPETTACOLO AERONAUTICO-GINNASTICO PIROTECNICO  
 dato in occasione della venuta delle LL. MM.  
**IL RE E LA REGINA**  
 In questo spettacolo vi prenderanno parte più di 100 cavalli

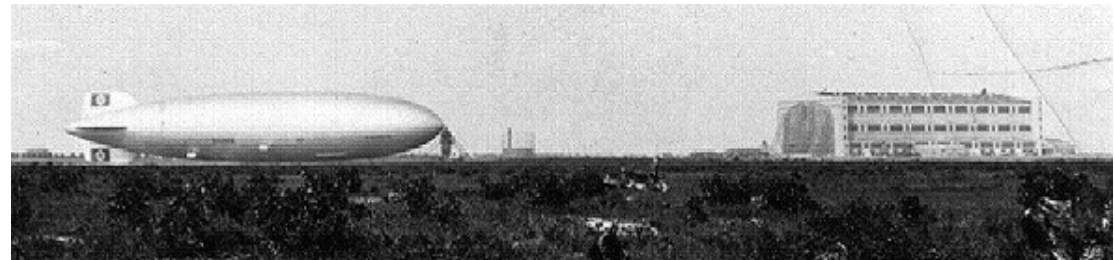


**PROGRAMMA**  
 Grande Cavalcata alla Fiorentina in occasione del 1500, con N. 45 Cavalieri di S. Marco  
 Corsa alla Beduna, regala un premio Cavalli scelti a dono solo degli allievi della Compagnia di Emanuele Guillelmo.  
 Gran Corsa di N. 6 Amazzoni, che per il primo tra gli stocchi la prima entrata, avrà in premio un Breviario d'Oro, lo scudolo un Orologio d'Oro e bandiere d'Onore.  
 Corsa alla Mascovita, regala in premio un premio Cavalli scelti a dono solo di 3 detti anni costolombi. Il premio è una Medaglia d'oro, e di una bandiera d'Onore.  
 Gran Pout-pourry Ginnastico, occasione dei primi Anni della Compagnia Guillelmo, al quale lei dell'Autore.  
 Corsa di Birocchini, di proprietà di S. Marco, regala un premio: 1° Premio, una Coppa d'Argento.  
 Corsa di N. 6 Fantini (Jockey all'inglese), occasione tra gli stocchi alla stocchi, nel premio: 1° Premio L. 1000 - 2° Premio L. 500.  
 Nel seguente Programma che sarà partito nel giorno 28 Luglio, regala un premio: 1° Premio L. 1000 - 2° Premio L. 500 e bandiera d'Onore.

**GRANDE ASCENSIONE AEREA**  
 di **MONSIEUR HENRY BLONDEAU**  
 nel giorno di Sabato La Città di Milano apponimento centrale  
 Diretta e preparata dal padrone della Città di Milano con qualità di Direttore e assistente graditi e per esperienza, e naturalmente diversi cavalli e personaggi.  
 Gran Corsa di Bighe alla Romana, occasione tra gli stocchi, nel premio: 1° Premio L. 1000 - 2° Premio L. 500 e bandiera d'Onore.

Chiederà la spettazione nel  
**BRILLANTISSIMO FUOCO D'ARTIFICIO DI TUTTA NOVITA'**  
 Padiglione a giorno, apponimento eretto nel parco dell'Autore.  
 Tre colpi di MORTARETTO Jarassa il segnale del principio della Spettacolo.  
 I posti non pagati nel giorno di S. Margherita - La mattina dell'8 Luglio, si darà un premio di 1000 lire a chi si batteva.  
 NE: Per regolare l'andamento delle corse e per la distribuzione dei premi, si sarà nel seguente Galari comparsa da persona dell'arte.

**PREZZI DEI BIGLIETTI D'INGRESSO**  
 Pubblico, non ingrossa sotto il portico L. 10 - Posti dietro il S. Marco al Palazzo, (Lotto scelti) con ingresso dalla Porta F. L. S.  
 (Lotto scelti) con ingresso dalla Porta F. L. S. - Posto F. L. S. 250 - Posto M. L. S. 300 - Posto O. L. S. - Posto N. L. S.  
 Corsetto posto N. L. S. 250 - Posto S. L. S. 250 - Posto C. L. S. 250 - Posto M. L. S. 250 - Posto O. L. S. 250 - Posto N. L. S. 250  
 L'Autore sarà aperto al pubblico alle ore 6 1/2 - Si darà principio alle ore 6 1/2 precise.  
 The. Economia Via Font. Chiari, N. 6



# I mezzi più pesanti dell'aria

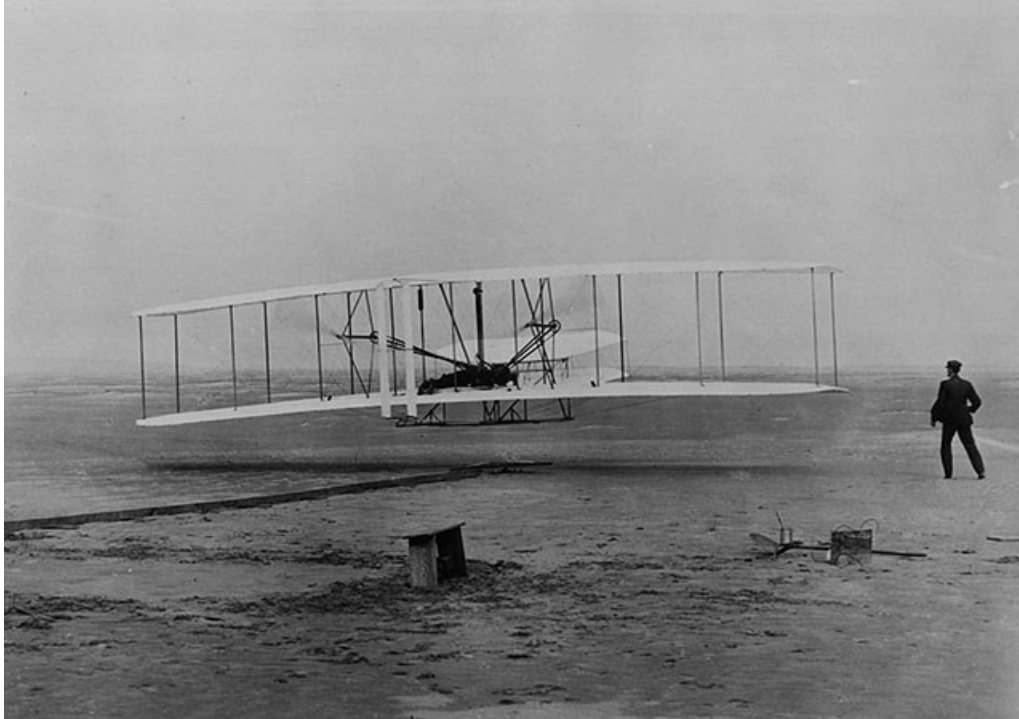


**Primo volo con aliante - Otto Lilienthal (1891)**





# I fratelli Wright (1903)

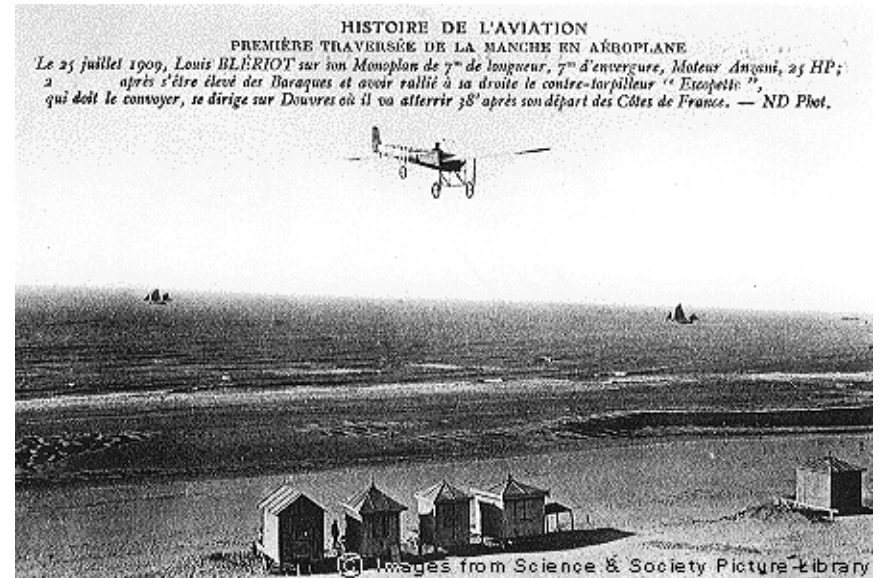
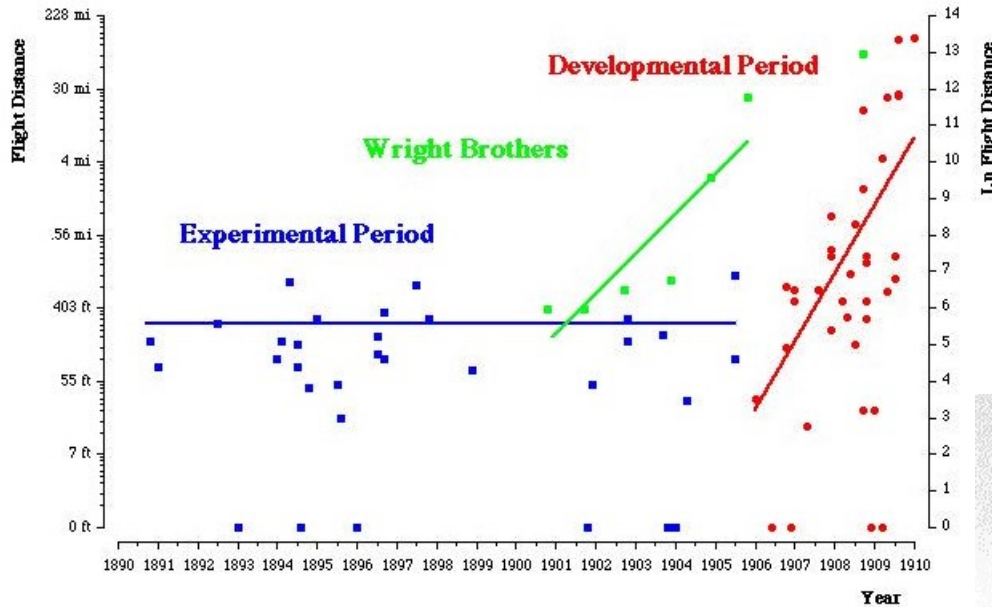


**Primo volo di una macchina più pesante dell'aria che per mezzo della sua forza avanza senza riduzione di velocità atterrando ad una quota uguale a quella della partenza – 17 dicembre 1903**

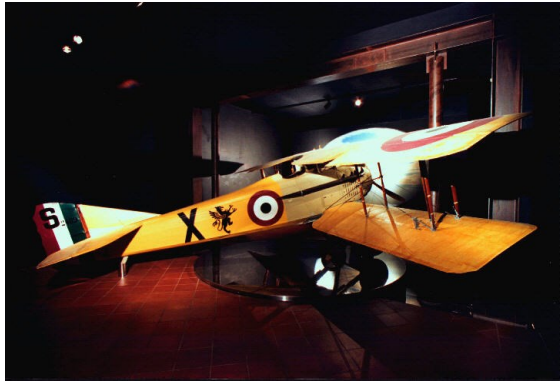


# Lo sviluppo dei primi aerei (1903 – 1910)

Attempts at Flight 1890 - 1909



# Il periodo della I guerra mondiale



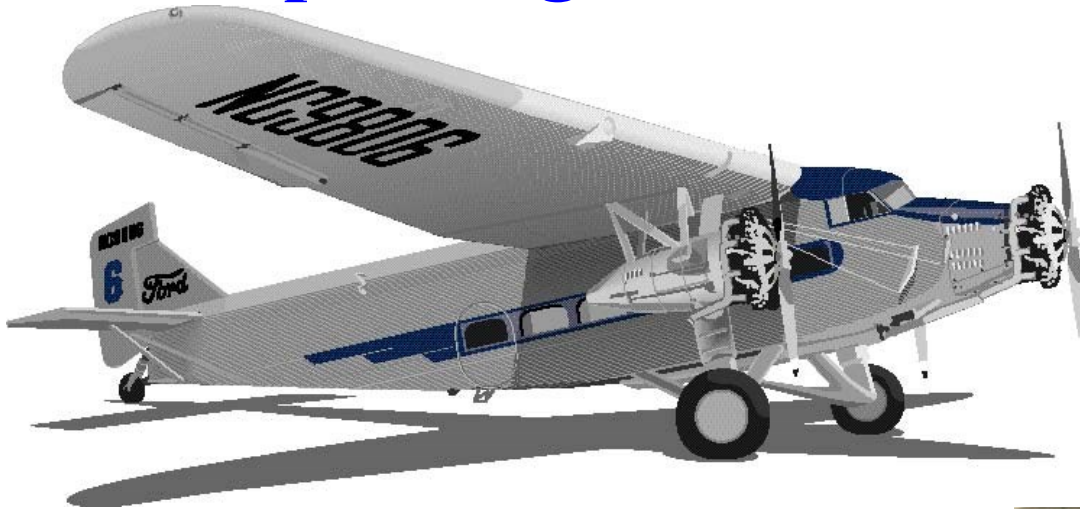
**Francesco Baracca**



**Manfred von Richthofen (il Barone Rosso)**

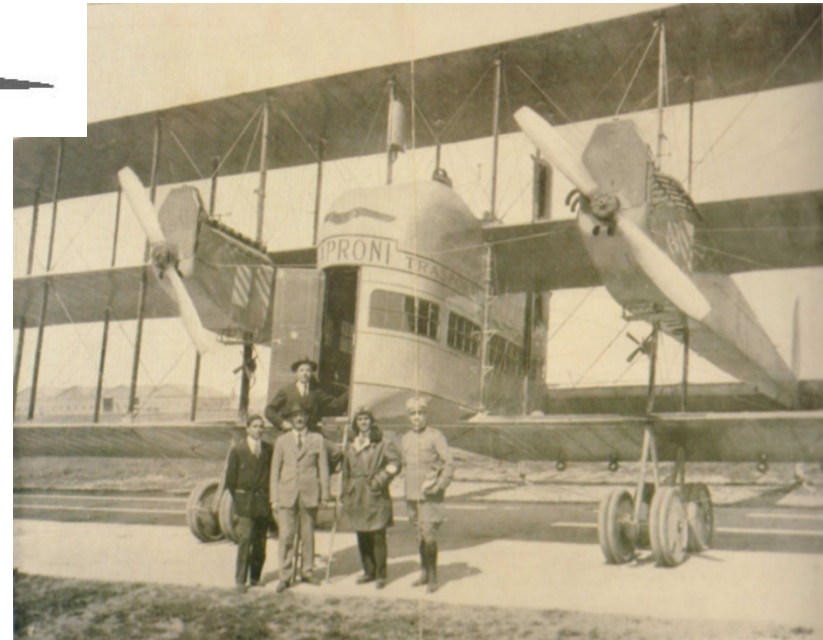


# Dopo la I guerra mondiale (1920 –1930)

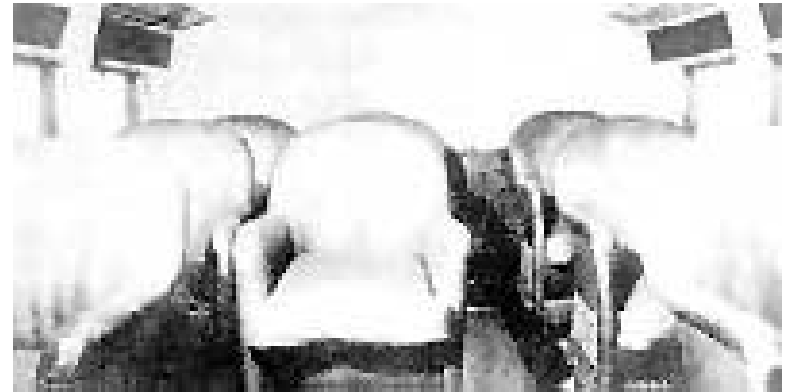
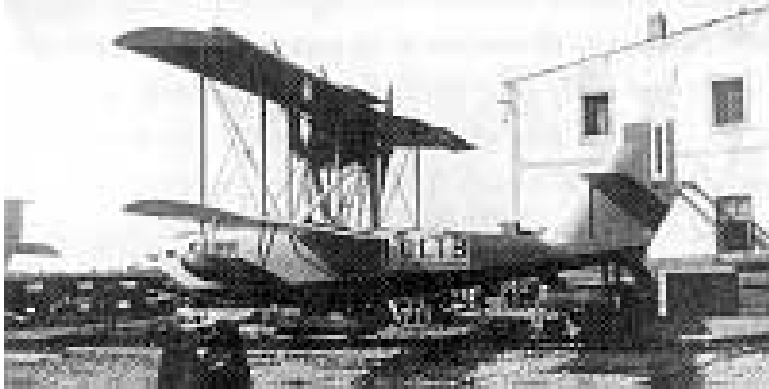


**Ford Fokker, Trimotore 175 km/h**  
**Lunghezza di pista 600 m**  
**10 – 12 passeggeri**

**Il Caproni 48 costruito a Taliedo nel 1920**



# Gli anni '20 in Italia



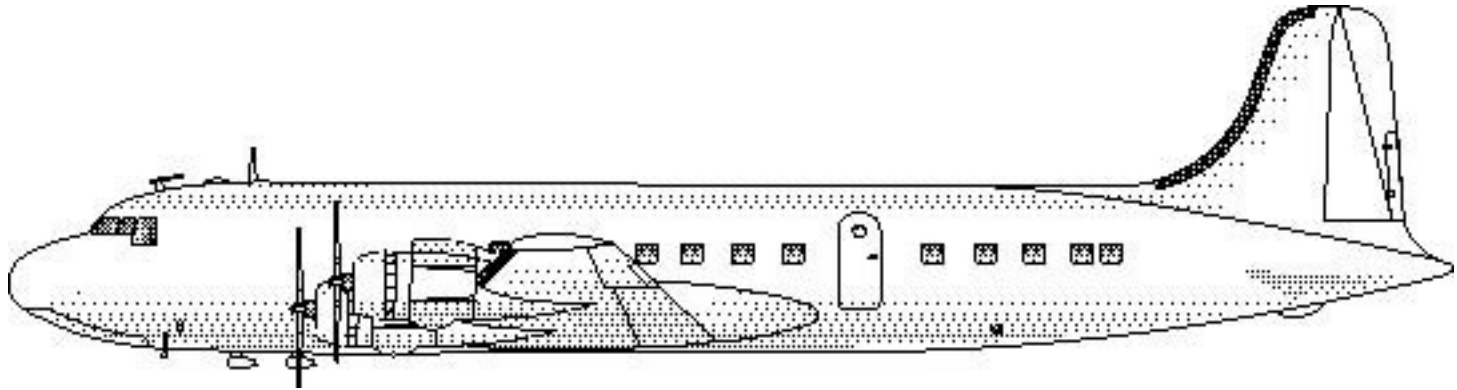


## Gli anni '30



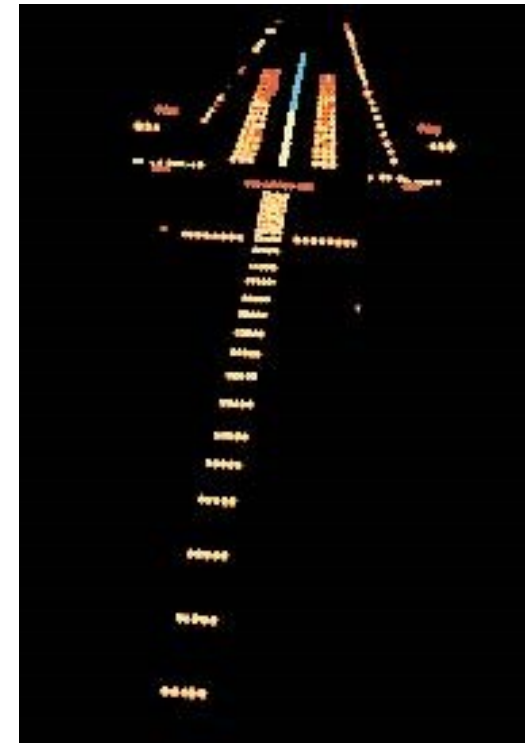
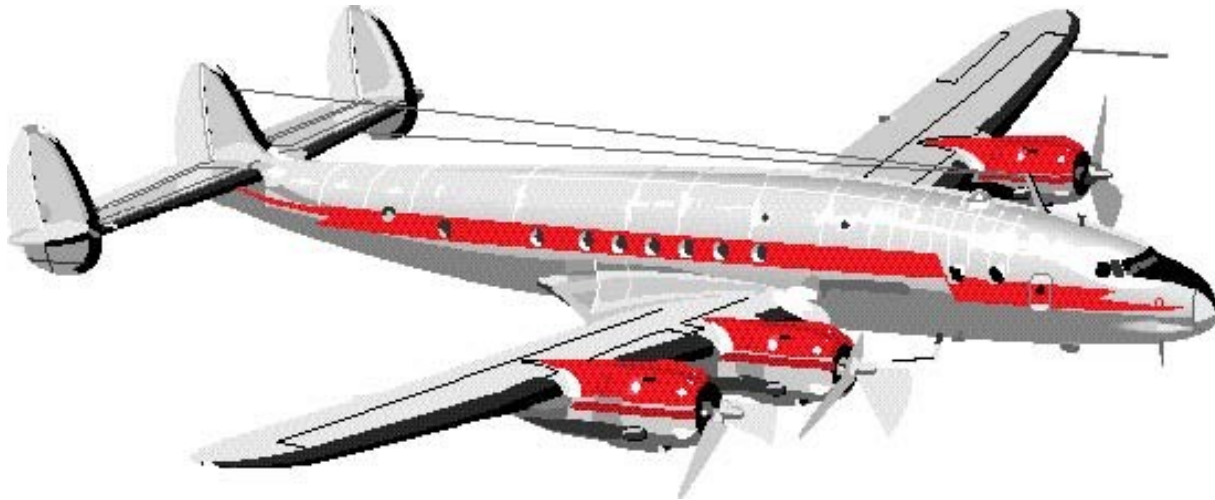
**1936 entra in servizio il Douglas DC-3: velocità di crociera 300 km/h, 21-32 passeggeri, apertura alare di 30 m, lunghezza 20, Lunghezza di pista di 800 m**

## Gli anni '40



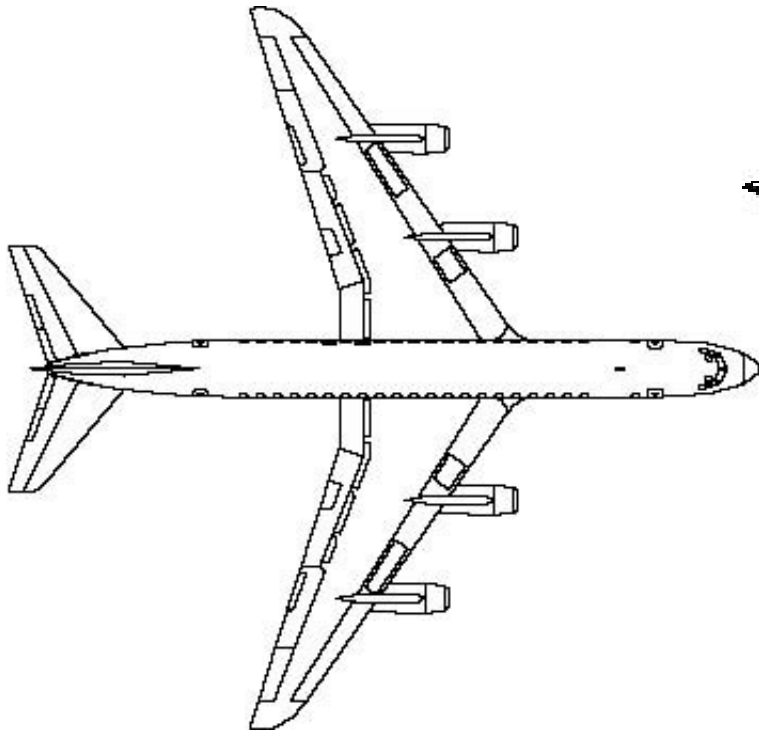
**1946 Douglas DC-6, 4 motori a pistoni, velocità 550 km/h, 45-65 passeggeri, permettono voli transcontinentali**

## Gli anni '50

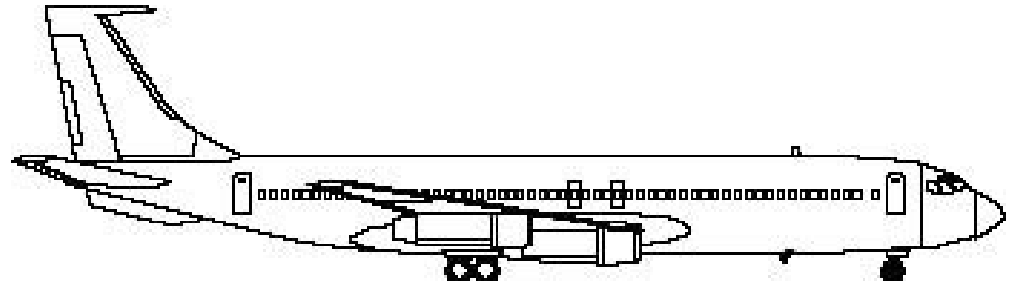


**Lockheed Constellation:**  
velocità 600 km/h, 90 –110  
passeggeri lunghezza di pista  
2000 m

## Gli anni '60 – aerei a lungo raggio



**Douglas Dc-8-50**

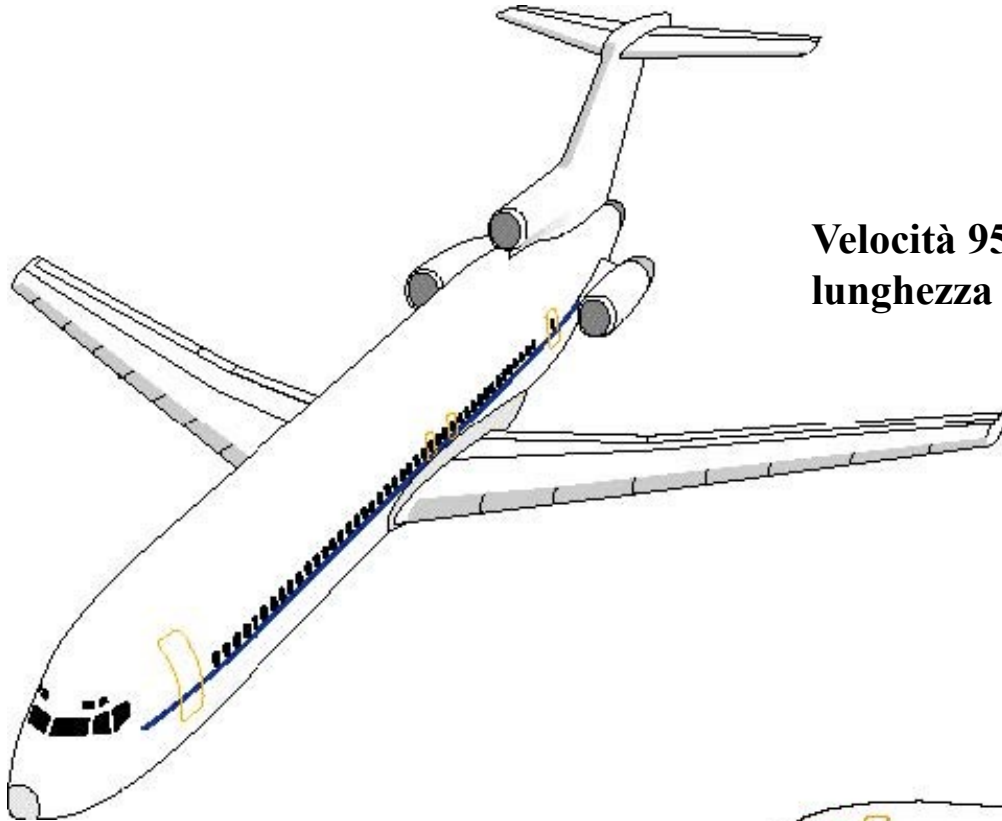


**Boeing 707-320**

**Velocità 950 km/h, 140 – 165 passeggeri,  
lunghezza pista 3000 m**



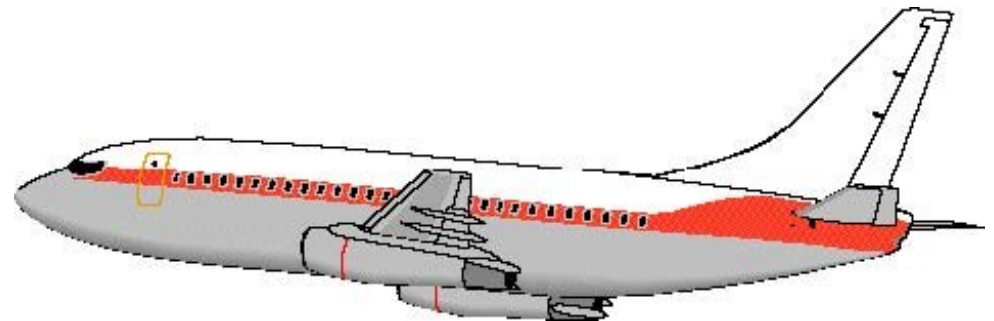
# Gli anni '60 – aerei a corto e medio raggio



**Velocità 950 km/h, 140 – 165 passeggeri,  
lunghezza pista 3000 m**

**Boeing 727-200**

**Boeing 737-100**

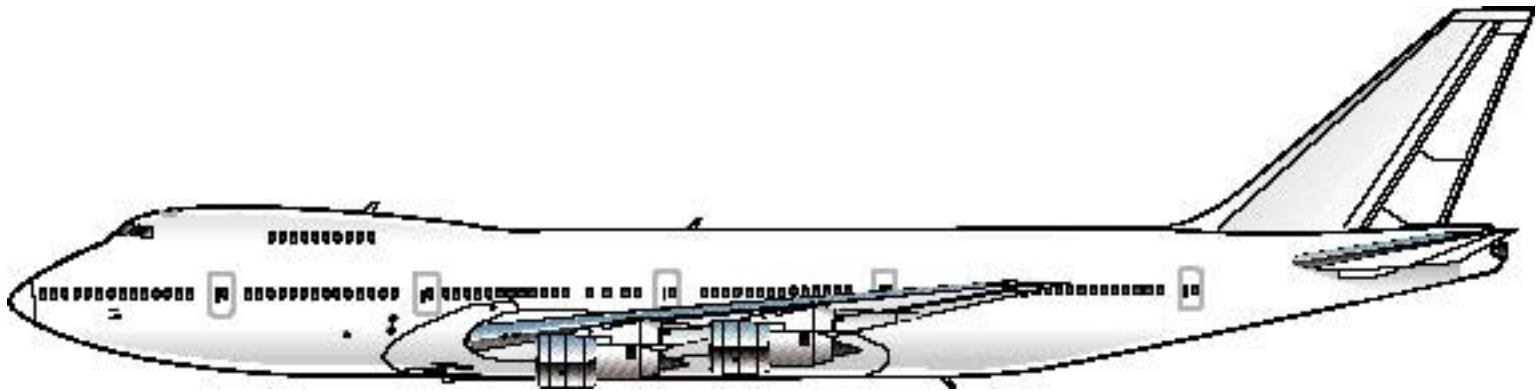


# Il Concorde - 1968



Velocità di crociera 2400 km/h, 90 –110 passeggeri, 7000 km di range, 150.000 kg  
lunghezza pista 3200 m

# Gli anni '70



**1969 – Boeing 747 – 100 (Jumbo) – velocità di crociera 985 km/h, 400 passeggeri, 7000 km di range, peso 320.000 kg, lunghezza di pista 3100 m**

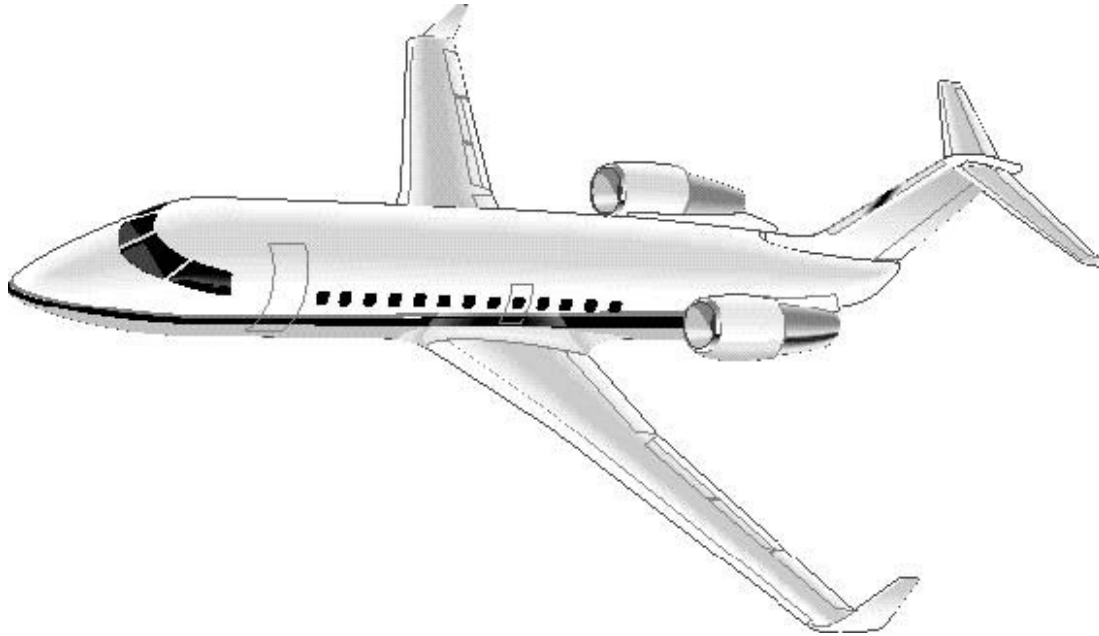
# Gli anni '80 e '90 – aerei a due motori



**Boeing 767-200, velocità di crociera 985 km/h, 270 passeggeri, peso 200.000 kg, range 7.000 km, lunghezza di pista 2700 m,**



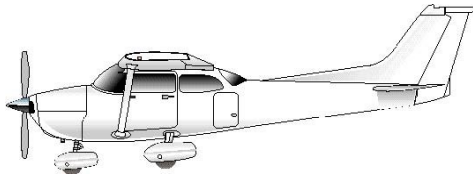
# Gli anni '80 e '90 – aerei regionali



**Bombardier RJ 100, velocità di crociera 850 km/h, 50 passeggeri, peso 32.000 kg, range 2.000 km, lunghezza di pista 1400 m,**

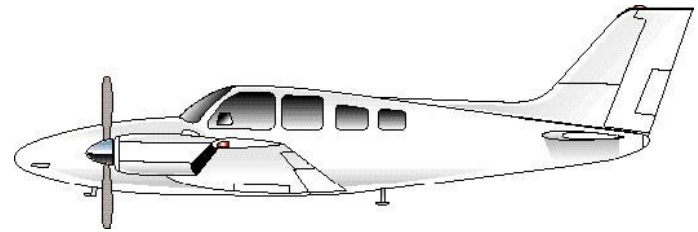
# Gli aerei di oggi – Small Aircraft

## Single-Engine GA

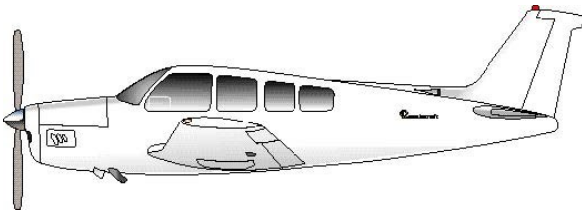


**Cessna 172 (Skyhawk)**

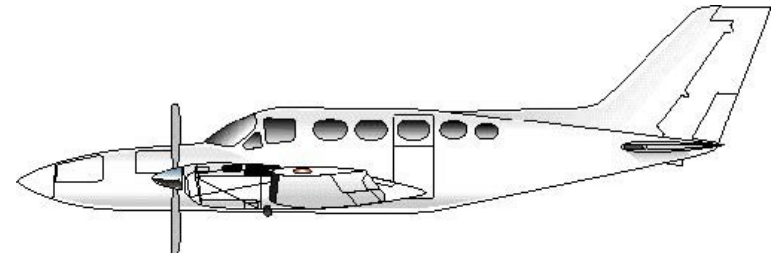
## Twin-Engine GA



**Beechcraft 58TC (Baron)**



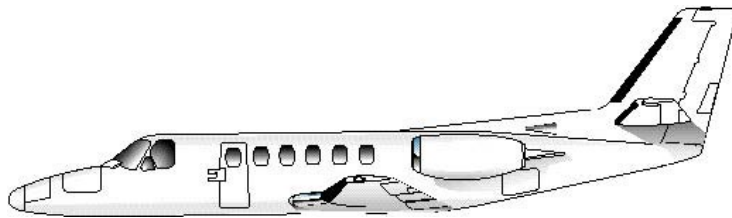
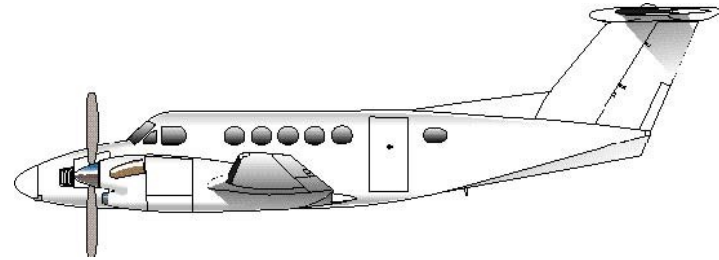
**Beechcraft A36 (Bonanza)**



**Cessna 421C (Golden Eagle)**

# Gli aerei di oggi – Corporate Aircraft

**Raytheon-Beechcraft King Air B300**



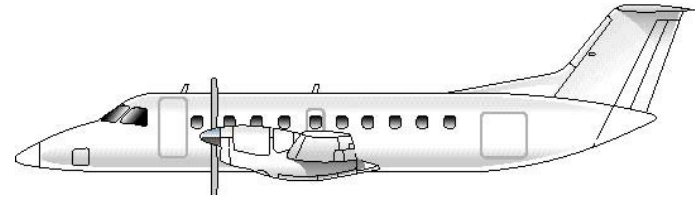
**Cessna Citation II**



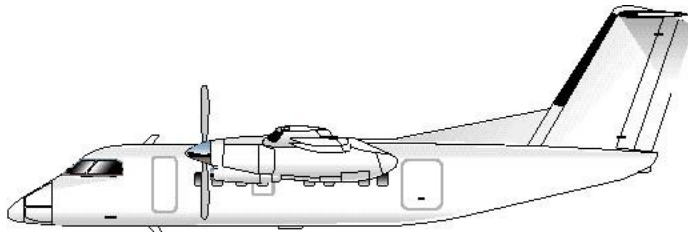
**Gulfstream G V**

# Gli aerei di oggi – Commuter Aircraft

**Embraer 120 (Brasilia)**



**Bombardier DHC-8 (Dash 8)**



**Saab 340B**



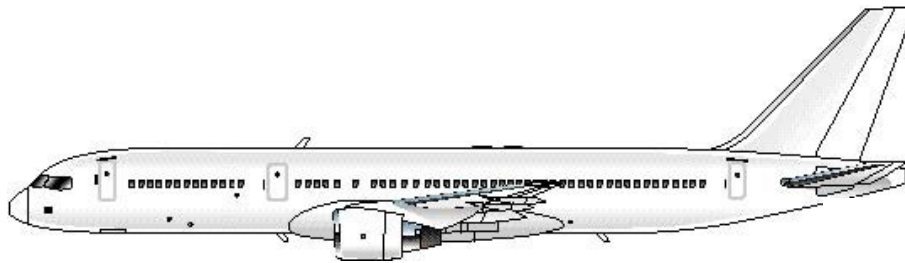
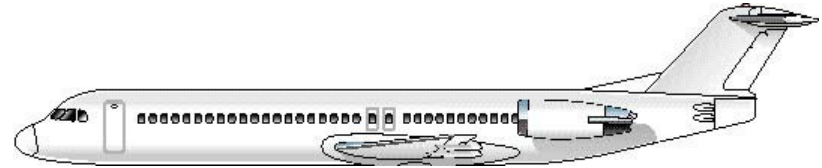
**Bombardier Regional Jet**





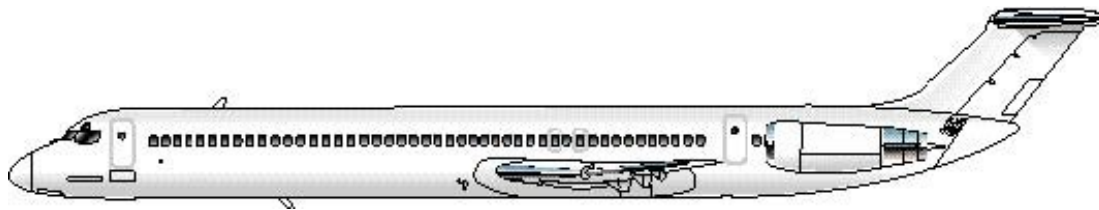
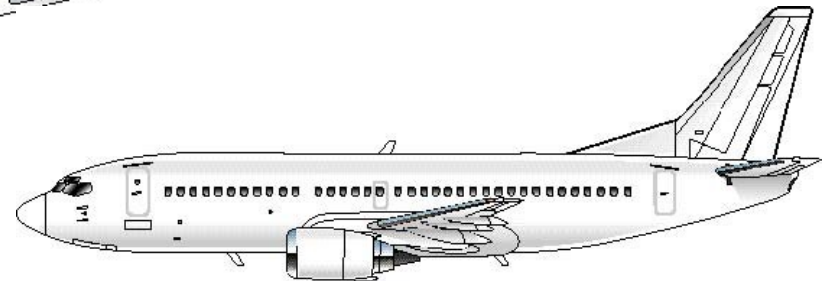
# Gli aerei di oggi – Short Haul Aircraft

**Fokker F100**



**Airbus A-320**

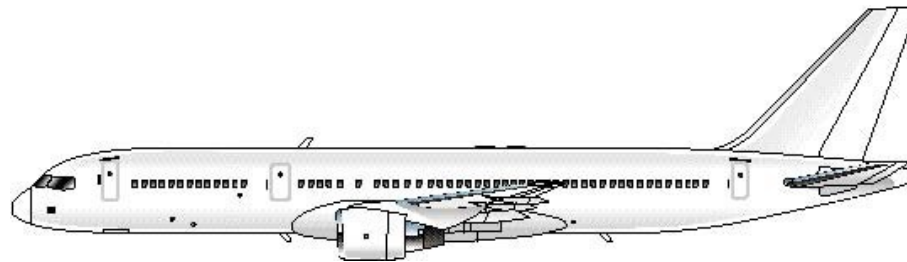
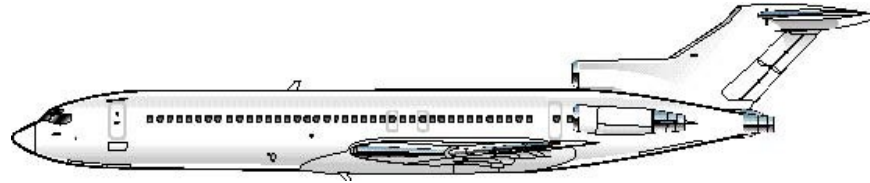
**Boeing 737-300**



**McDonnell-Douglas MD 82**

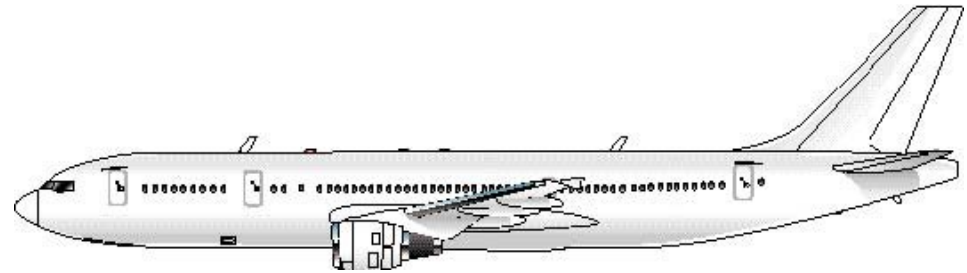
# Gli aerei di oggi – Medium Haul Aircraft

**Boeing B727-200**



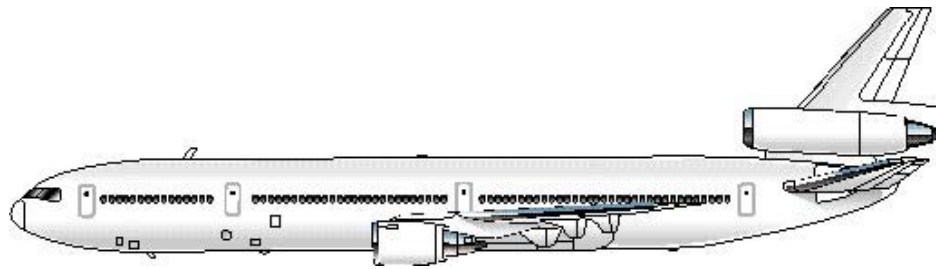
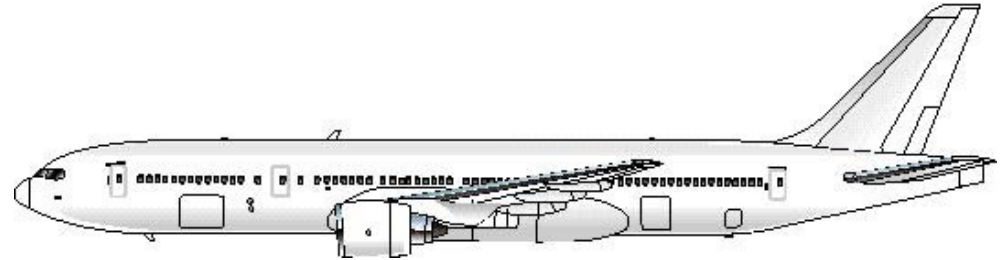
**Boeing 757-200**

**Airbus A300-600R**



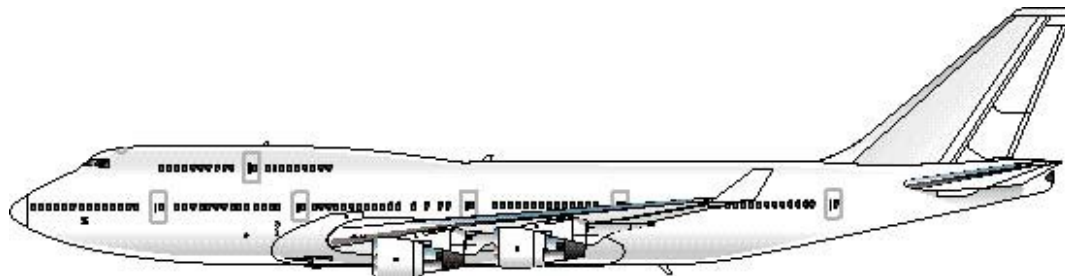
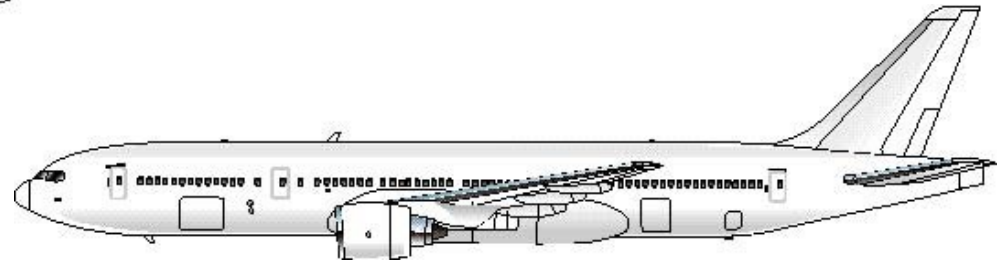
# Gli aerei di oggi – Long Haul Aircraft

**Airbus A340-200**



**Boeing 777-200**

**McDonnell-Douglas MD-11**



**Boeing 747-400**

# L'evoluzione negli anni

Impact of technological advance on aircraft productivity

Aircraft type	Year of entry into service	Mean cruise speed (kmph)	Maximum payload (ts) <sup>a</sup>	Passenger payload	Hourly productivity (000 t-km/h) <sup>b</sup>
<i>Piston</i>					
DC-3	1936	282	2.7	21	0.5
Lockheed 1049 Super Constellation	1952	499	1.0	47-94	3.8
<i>Turbo-prop</i>					
Viscount 700	1953	523	5.9	40-53	2.2
Britannia 310	1956	571	15.6	52-133	6.2
<i>Turbo-jet – short haul</i>					
Caravelle VI R	1959	816	8.3	52-94	4.7
Airbus A300	1974	891	31.8	245	19.8
Airbus A320	1988	834	20.4	179	11.9
<i>Turbo-jet – long haul</i>					
Boeing 720B	1960	883	18.7	115-49	11.6
Douglas DC-8-63	1968	935	30.6	259	20.0
Boeing 747-100	1969	908	49.5	430	31.5
Boeing 747-300	1983	908	68.6	420	43.6
Boeing 777-200	1995	869	55.1	305	33.5
Airbus A380	2005	882	85.0	555	52.5
Concorde	1976	2,236	12.7	110	19.3

Fonte: Doganis R., "Flying off Course", Routledge, 2002.

Source: Compiled by the author.

#### Notes

- a Later versions or developments of these aircraft may have had different maximum or passenger payloads.
- b Calculated on the basis of an average block speed assumed to be about 70 per cent of the cruise speed. This is likely to be an underestimate for aircraft on medium- or long-haul sectors.

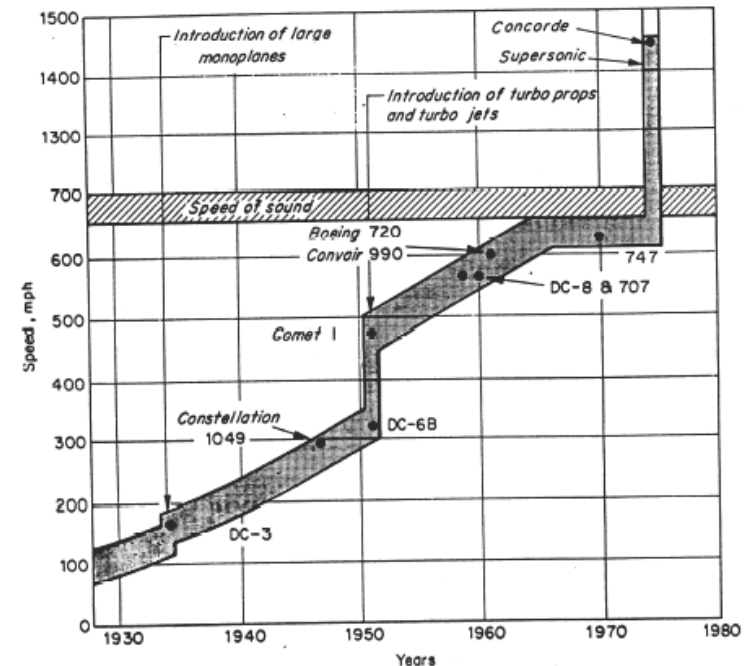
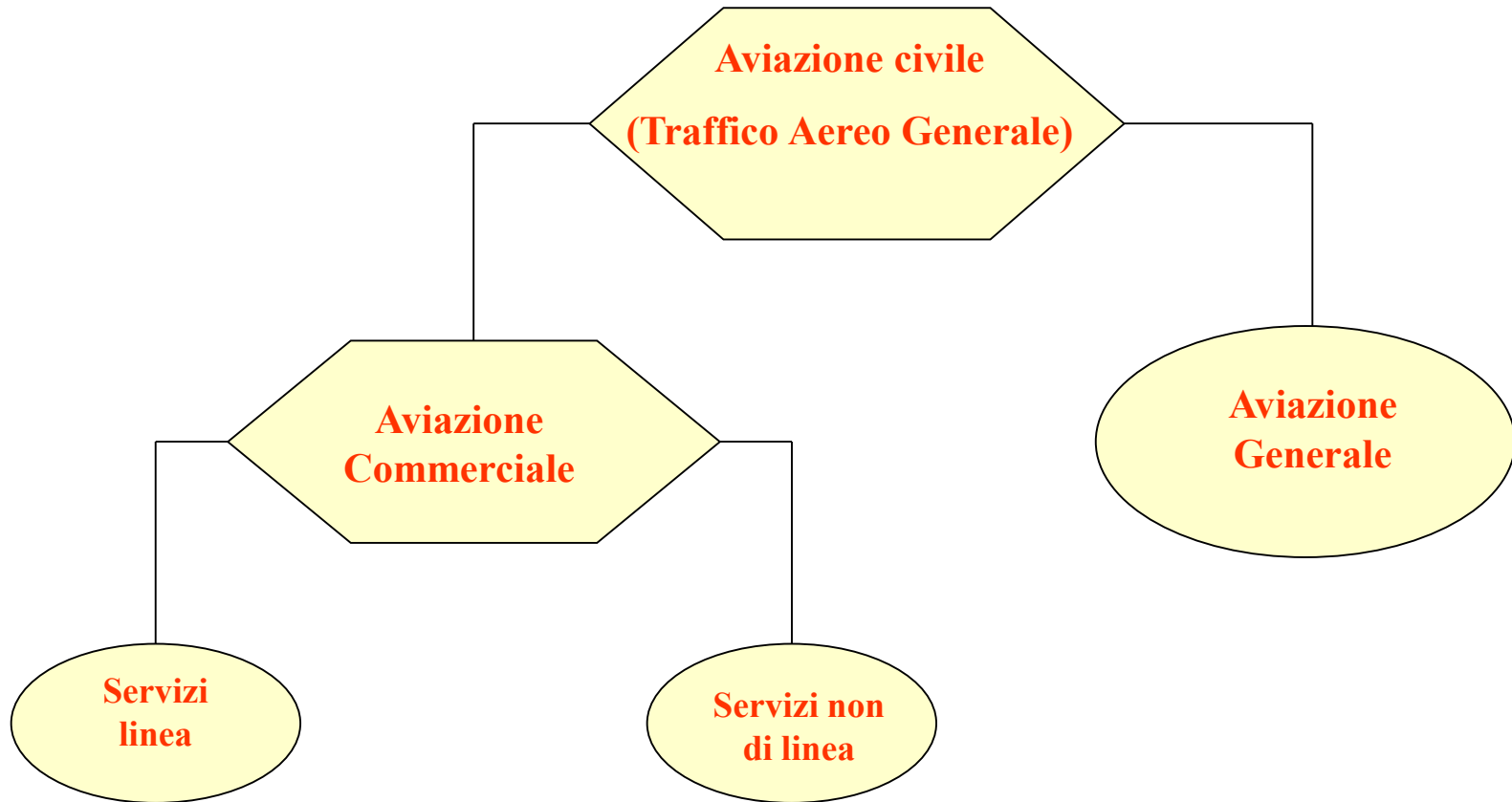


Fig. 3-2 Trends in the speed of transport aircraft.

# Aviazione civile





# Trend del trasporto aereo (1)

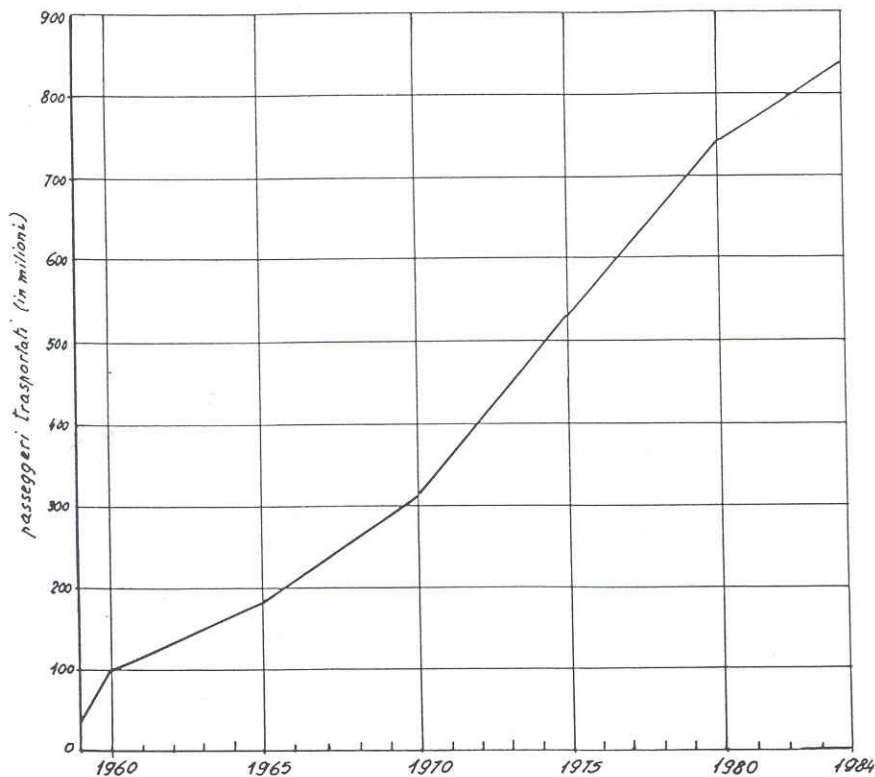


Figure 1. Total passengers carried, 1996-2005

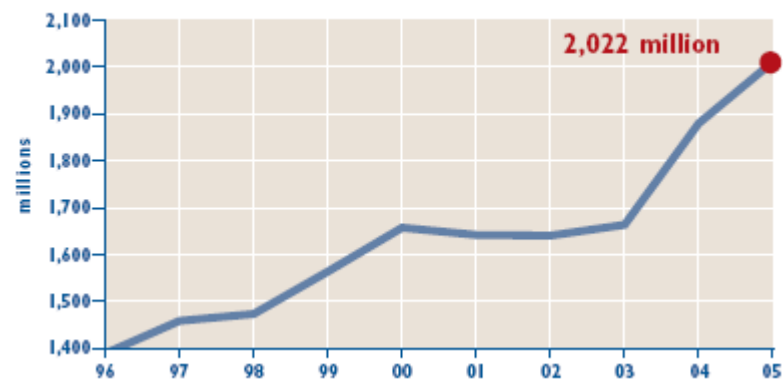
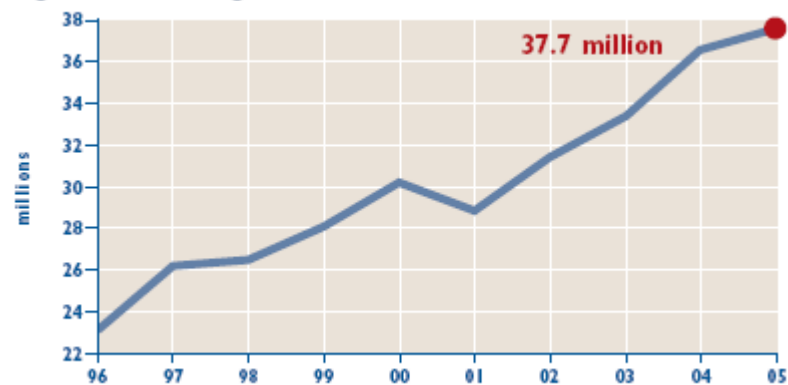


Figure 3. Total freight tonnes carried, 1996-2005



# Trend del trasporto aereo (2)

**Table 1. World total revenue traffic — international and domestic**  
(scheduled services of airlines of ICAO Contracting States, 1999–2008)

Year	Passengers		Passenger-km		Freight tonnes		Freight tonne-km performed		Mail tonne-km performed		Total tonne-km performed	
	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %	Millions	Annual increase %
1999	1 562	6.2	2 797 800	6.5	28.1	6.0	108 660	6.7	5 720	-0.7	370 420	6.3
2000	1 672	7.0	3 037 530	8.6	30.4	8.2	118 080	8.7	6 050	5.8	403 960	9.1
2001	1 640	-1.9	2 949 550	-2.9	28.8	-5.3	110 800	-6.2	5 310	-12.2	388 150	-3.9
2002	1 639	-0.1	2 964 530	0.5	31.4	9.0	119 840	8.2	4 570	-13.9	397 120	2.3
2003 <sup>1</sup>	1 691	3.2	3 019 100	1.8	33.5	6.7	125 760	4.9	4 530	-0.9	407 670	2.7
2004	1 888	11.6	3 445 300	14.1	36.7	9.6	139 040	10.6	4 580	1.1	458 910	12.6
2005	2 022	7.1	3 721 690	8.0	37.6	2.5	142 520	2.5	4 660	1.7	487 860	6.3
2006	2 124	5.0	3 938 770	5.8	39.8	5.9	151 230	6.1	4 530	-2.8	516 700	5.9
2007	2 281	7.4	4 228 330	7.4	41.8	5.0	158 280	4.7	4 500	-0.7	546 670	5.8
2008	2 271	-0.4	4 282 870	1.3	40.5	-3.1	156 310	-1.2	4 790	6.4	549 730	0.6

1. On 1 October 2002, the United States Department of Transportation implemented new air traffic data reporting rules which, inter alia, have affected the reporting of domestic all-cargo operations. Consequently, compared with 2002, the reported data for the United States for 2003 shows a significant shift of domestic freight traffic from non-scheduled operations to scheduled services with a corresponding impact on the world traffic shown above. It is estimated that if the traffic for United States carriers had been reported under the old rules, the increases for freight tonnes carried (6.7 per cent), freight tonne-kilometres (4.9 per cent) and total tonne-kilometres performed (2.7 per cent) would have been reduced to 2.4, 2.7 and 1.6 per cent, respectively.

Source.— ICAO Air Transport Reporting Form A plus ICAO estimates for non-reporting States.

# Trend del trasporto aereo (3)

**Table 3. Trends in load factors on scheduled services — international and domestic**  
(scheduled services of airlines of ICAO Contracting States, 1999–2008)

Year	Passenger-km (millions)	Seat-km available (millions)	Passenger load factor %	Freight tonne-km (millions)	Mail tonne-km (millions)	Total tonne-km performed (millions)	Total tonne-km available (millions)	Weight load factor %
1999	2 797 800	4 050 780	69	108 660	5 720	370 420	614 460	60
2000	3 037 530	4 286 200	71	118 080	6 050	403 960	656 880	61
2001	2 949 550	4 271 860	69	110 800	5 310	388 150	660 000	59
2002	2 964 530	4 167 110	71	119 840	4 570	397 120	654 180	61
2003	3 019 100	4 227 860	71	125 760	4 530	407 670	673 460	61
2004	3 445 300	4 704 730	73	139 040	4 580	458 910	738 750	62
2005	3 721 690	4 975 910	75	142 520	4 660	487 860	780 560	63
2006	3 938 770	5 198 910	76	151 230	4 530	516 700	816 880	63
2007	4 228 330	5 512 580	77	158 280	4 500	546 670	863 140	63
2008	4 282 870	5 654 340	76	156 310	4 790	549 730	875 210	63

Source.— ICAO Air Transport Reporting Form A plus ICAO estimates for non-reporting States.

# Trend del trasporto aereo (5)

**Table 4. Regional distribution of scheduled traffic — 2008**

By ICAO statistical region of airline registration	Aircraft kilometres (millions)	Aircraft departures (thousands)	Passengers carried (thousands)	Passenger-kilometres performed (millions)	Passenger load factor (%)	Freight (millions)	Tonne-kilometres performed Total (millions)	Tonne-kilometres available (millions)	Weight load factor (%)
<b>Total (international and domestic) services of airlines of ICAO Contracting States</b>									
Europe	9 426	7 569	649 090	1 220 991	76	41 064	152 374	228 777	67
Percentage of world traffic	27.3	28.8	28.6	28.5		26.3	27.7	26.1	
Africa	890	558	47 015	103 285	67	2 127	12 027	21 904	55
Percentage of world traffic	2.6	2.1	2.1	2.4		1.4	2.2	2.5	
Middle East	1 366	667	81 744	233 469	74	11 139	33 181	55 598	60
Percentage of world traffic	4.0	2.5	3.6	5.5		7.1	6.0	6.4	
Asia and Pacific	7 888	5 395	604 099	1 149 693	73	56 004	161 423	256 399	63
Percentage of world traffic	22.9	20.6	26.6	26.8		35.8	29.4	29.3	
North America	13 017	10 255	755 498	1 385 766	80	40 702	168 887	274 474	62
Percentage of world traffic	37.8	39.1	33.3	32.4		26.0	30.7	31.4	
Latin America and Caribbean	1 881	1 801	133 678	189 665	69	5 272	21 844	38 057	57
Percentage of world traffic	5.5	6.9	5.9	4.4		3.4	4.0	4.3	
<b>Total</b>	<b>34 469</b>	<b>26 245</b>	<b>2 271 123</b>	<b>4 282 870</b>	<b>76</b>	<b>156 309</b>	<b>549 735</b>	<b>875 209</b>	<b>63</b>
<b>International services of airlines of ICAO Contracting States</b>									
Europe	7 696	4 727	461 441	1 075 363	77	40 038	138 369	206 191	67
Percentage of world traffic	43.3	57.7	53.3	40.7		30.6	36.8	34.9	
Africa	712	314	28 473	89 339	66	2 031	10 643	19 811	54
Percentage of world traffic	4.0	3.8	3.3	3.4		1.6	2.8	3.3	
Middle East	1 220	449	61 475	217 881	74	11 048	31 696	53 127	60
Percentage of world traffic	6.9	5.5	7.1	8.3		8.4	8.4	9.0	
Asia and Pacific	4 019	1 189	172 870	696 917	73	50 127	115 976	179 873	64
Percentage of world traffic	22.6	14.5	20.0	26.4		38.3	30.8	30.4	
North America	3 147	1 057	104 779	453 701	80	23 511	65 807	108 693	61
Percentage of world traffic	17.7	12.9	12.1	17.2		18.0	17.5	18.4	
Latin America and Caribbean	976	461	36 353	105 887	71	4 131	13 842	23 850	58
Percentage of world traffic	5.5	5.6	4.2	4.0		3.2	3.7	4.0	
<b>Total</b>	<b>17 769</b>	<b>8 197</b>	<b>865 391</b>	<b>2 639 088</b>	<b>75</b>	<b>130 886</b>	<b>376 333</b>	<b>591 544</b>	<b>64</b>

Note.— The sum of the individual regions may not match the totals due to rounding.

Source.— ICAO Air Transport Reporting Form A plus ICAO estimates for non-reporting States.

# Trend del trasporto aereo (6)

**Table 5. Estimated international non-scheduled revenue passenger traffic, 1999–2008**

Category	Millions of passenger-kilometres performed									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Non-scheduled traffic <sup>1</sup>	238 380	265 460	272 790	244 930	240 720	266 590	262 560	245 105	241 680	226 390
Annual change(%)	-7.3	11.4	2.8	-10.2	-1.7	10.7	-1.5	-6.6	-1.4	-6.3
Scheduled traffic	1 622 250	1 790 370	1 726 580	1 736 070	1 738 510	2 015 070	2 199 940	2 365 010	2 551 910	2 639 090
Annual change(%)	7.3	10.4	-3.6	0.5	0.1	15.9	9.2	7.5	7.9	3.4
Total traffic	1 860 630	2 055 830	1 999 370	1 981 000	1 979 230	2 281 660	2 462 500	2 610 115	2 793 590	2 865 480
Annual change(%)	5.2	10.5	-2.7	-0.9	-0.1	15.3	7.9	6.0	7.0	2.6
Non-scheduled traffic as percentage of total	12.8	12.9	13.6	12.4	12.2	11.7	10.7	9.4	8.7	7.9

1. Covers the non-scheduled traffic of scheduled airlines and non-scheduled operators.

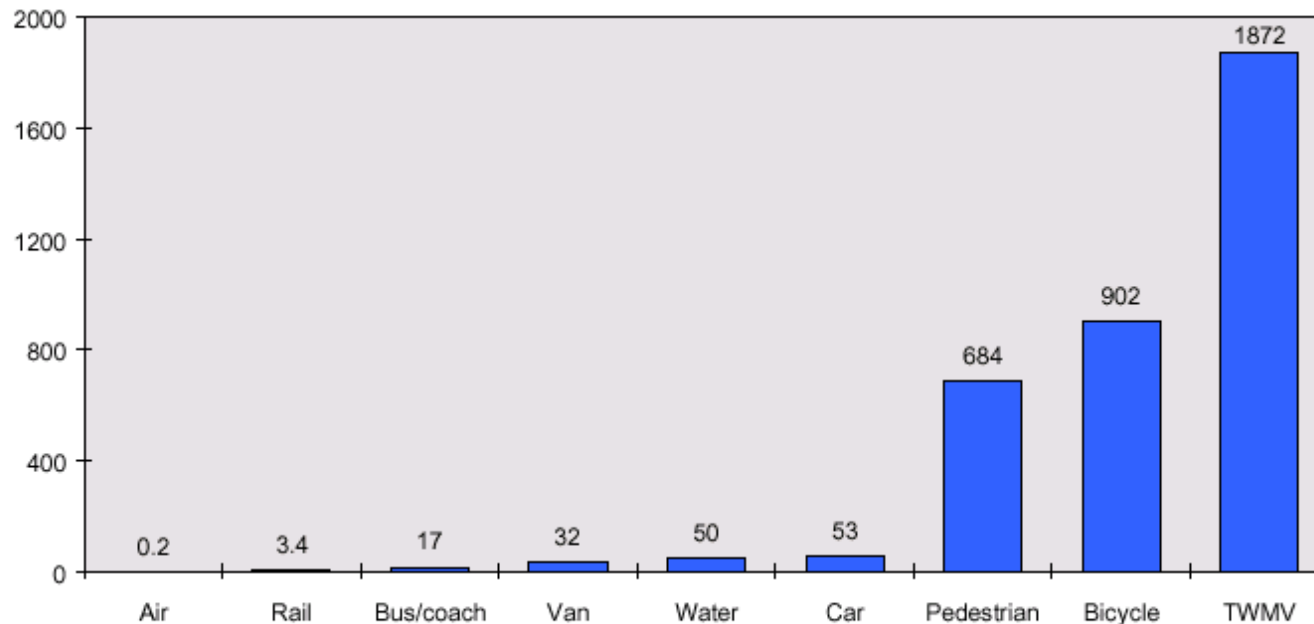
Source.— ICAO Air Transport Reporting Form A plus ICAO estimates for non-reporting States.



# Incidentalità confronti

## 13.2 Passengers killed or seriously injured per billion passenger km

Over the 1985-94 period, only 0.2 passengers were killed or seriously injured per billion passenger km flown by UK operators:



**Figure 13.2 Passengers killed or seriously injured per billion passenger km**

Note: TWMV is an abbreviation for two-wheeled motor vehicle.

Source: *Transport Statistics Great Britain - 1996 edition, Department of Transport*

# Incidentalità (1)

Figure 14. Passenger fatalities per 100 million passenger-km, 1986-2005 (scheduled services)

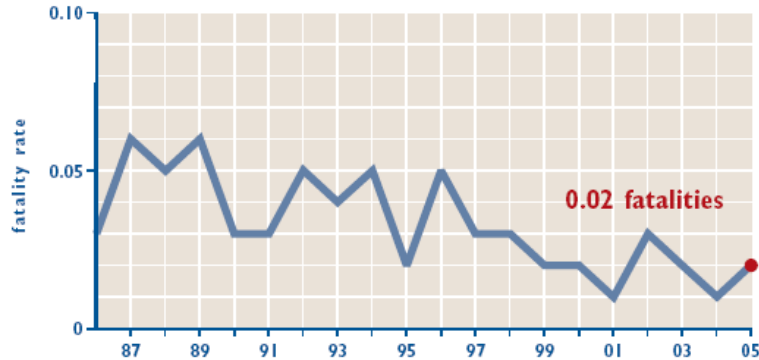


Figure 15. Fatal accidents per 100 million aircraft-km flown, 1986-2005 (scheduled services)

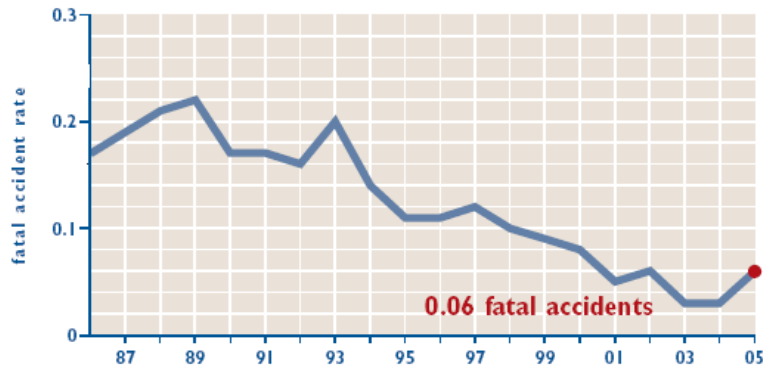
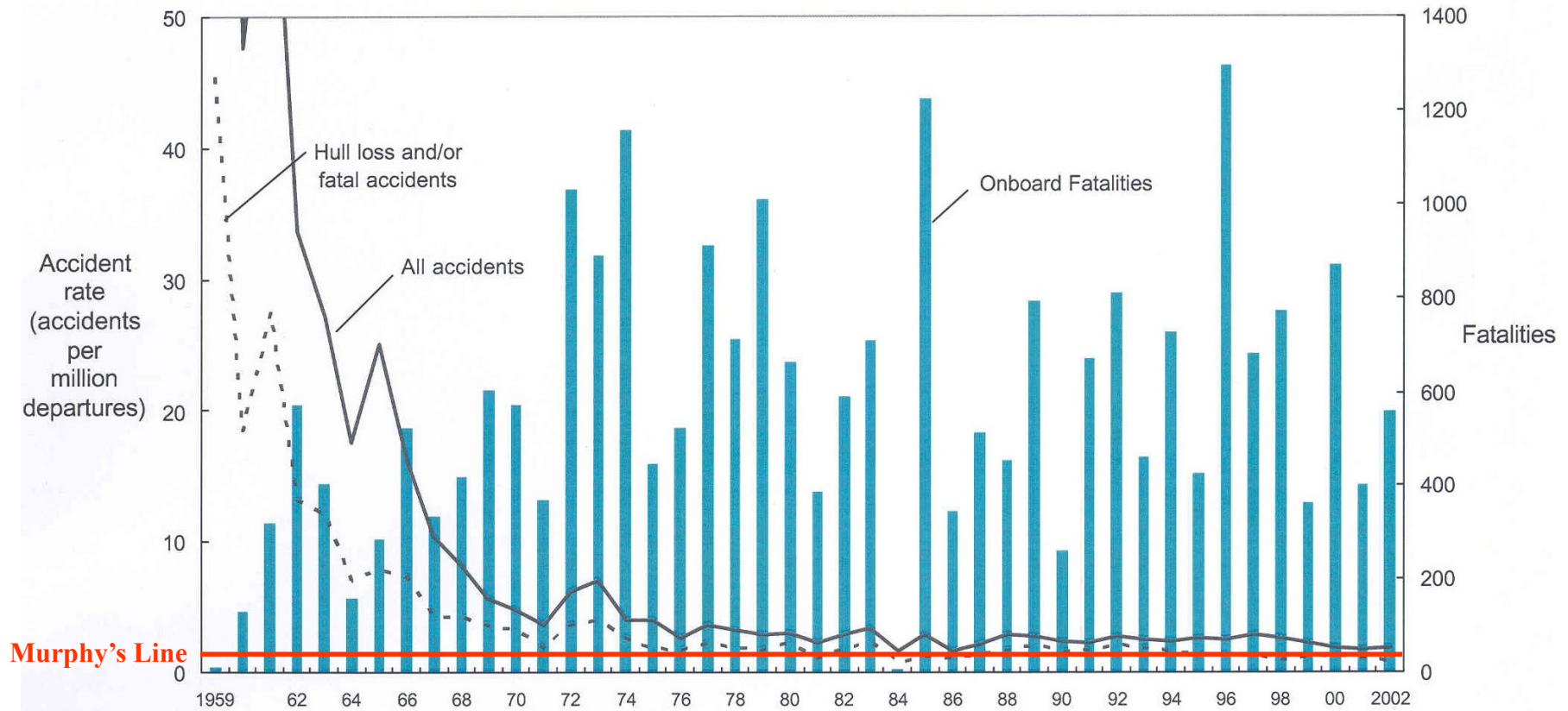


Table 6. Accidents of aircraft with a certificated maximum take-off mass of more than 2 250 kg involving passenger fatalities on scheduled air services 1989 – 2008

Year	Aircraft accidents	Passengers killed	Passenger fatalities per 100 million		Fatal accidents per 100 million		Fatal accidents per 100 000	
			Passenger-km	Passenger-miles	km flown	miles flown	aircraft hours	aircraft landings
<i>Excluding the USSR up to 1992 and the Commonwealth of Independent States thereafter.</i>								
1989	29	679	0.06	0.09	0.22	0.36	0.13	0.21
1990	25	561	0.04	0.06	0.18	0.29	0.11	0.17
1991	23	517	0.03	0.05	0.16	0.27	0.11	0.16
1992	24	972	0.05	0.09	0.16	0.26	0.10	0.17
1993	32	883	0.04	0.08	0.21	0.33	0.13	0.22
1994	23	957	0.05	0.08	0.14	0.22	0.09	0.14
1995	19	528	0.02	0.04	0.10	0.17	0.07	0.11
1996	21	1 152	0.05	0.08	0.11	0.18	0.07	0.12
1997	24	859	0.03	0.05	0.12	0.19	0.07	0.13
1998	19	856	0.03	0.06	0.10	0.14	0.06	0.10
1999	18	288	0.01	0.02	0.09	0.14	0.06	0.10
2000	18	755	0.02	0.04	0.08	0.12	0.05	0.09
2001	11	441	0.01	0.02	0.05	0.07	0.03	0.05
2002	10	653	0.03	0.03	0.05	0.07	0.02	0.05
2003	7	466	0.02	0.03	0.03	0.05	0.02	0.03
2004	8	175	0.01	0.01	0.03	0.05	0.02	0.04
2005	16	694	0.02	0.03	0.06	0.09	0.04	0.07
2006	8	365	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02	0.04
2007	10	581	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02	0.04
2008	10	308	0.01	0.01	0.03	0.05	0.02	0.04
<i>Including the USSR up to 1992 and the Commonwealth of Independent States thereafter.</i>								
1989	29	679	0.05	0.08	na	na	na	na
1990	29	632	0.03	0.06	na	na	na	na
1991	28	637	0.03	0.06	na	na	na	na
1992	28	1 070	0.06	0.09	na	na	na	na
1993	34	941	0.04	0.08	0.21	0.33	0.12	0.22
1994	27	1 166	0.05	0.09	0.15	0.25	0.10	0.16
1995	24	698	0.03	0.05	0.12	0.20	0.08	0.13
1996	24	1 173	0.05	0.07	0.12	0.19	0.08	0.13
1997	24	911	0.04	0.06	0.12	0.19	0.07	0.13
1998	19	856	0.03	0.05	0.09	0.14	0.06	0.10
1999	19	290	0.01	0.02	0.09	0.14	0.06	0.10
2000	18	757	0.03	0.04	0.07	0.12	0.05	0.08
2001	13	579	0.02	0.03	0.05	0.08	0.03	0.06
2002	11	667	0.02	0.03	0.05	0.07	0.03	0.06
2003	7	466	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03
2004	9	207	0.01	0.01	0.03	0.05	0.02	0.04
2005	17	712	0.02	0.03	0.06	0.09	0.04	0.07
2006	12	751	0.02	0.03	0.04	0.06	0.02	0.05
2007	11	587	0.01	0.02	0.03	0.05	0.02	0.04
2008	12	455	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.05

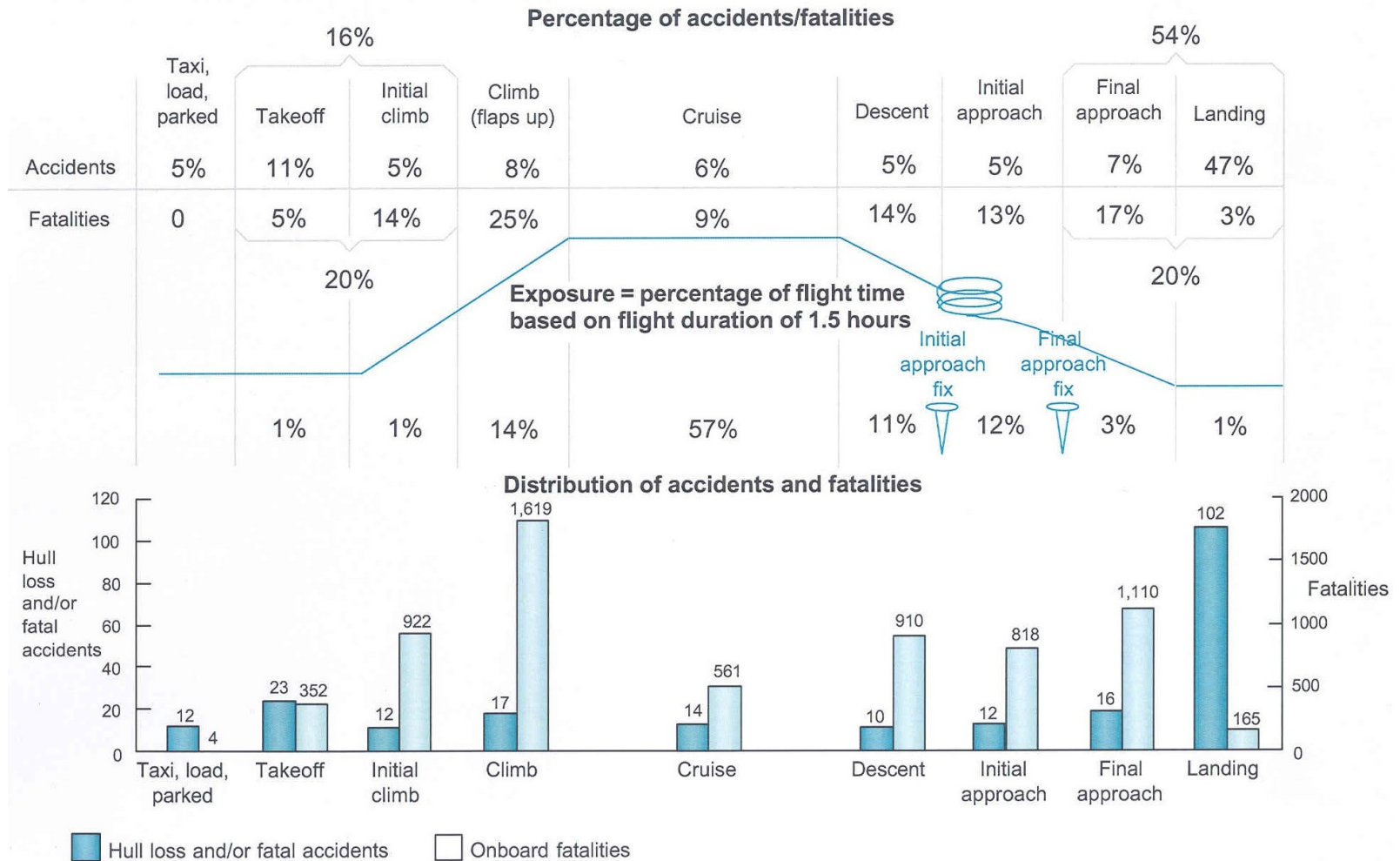
Source: — ICAO accident/incident report programme (ADREP) and ICAO Air Transport Reporting Form A (Traffic).

## Incidentalità (2)

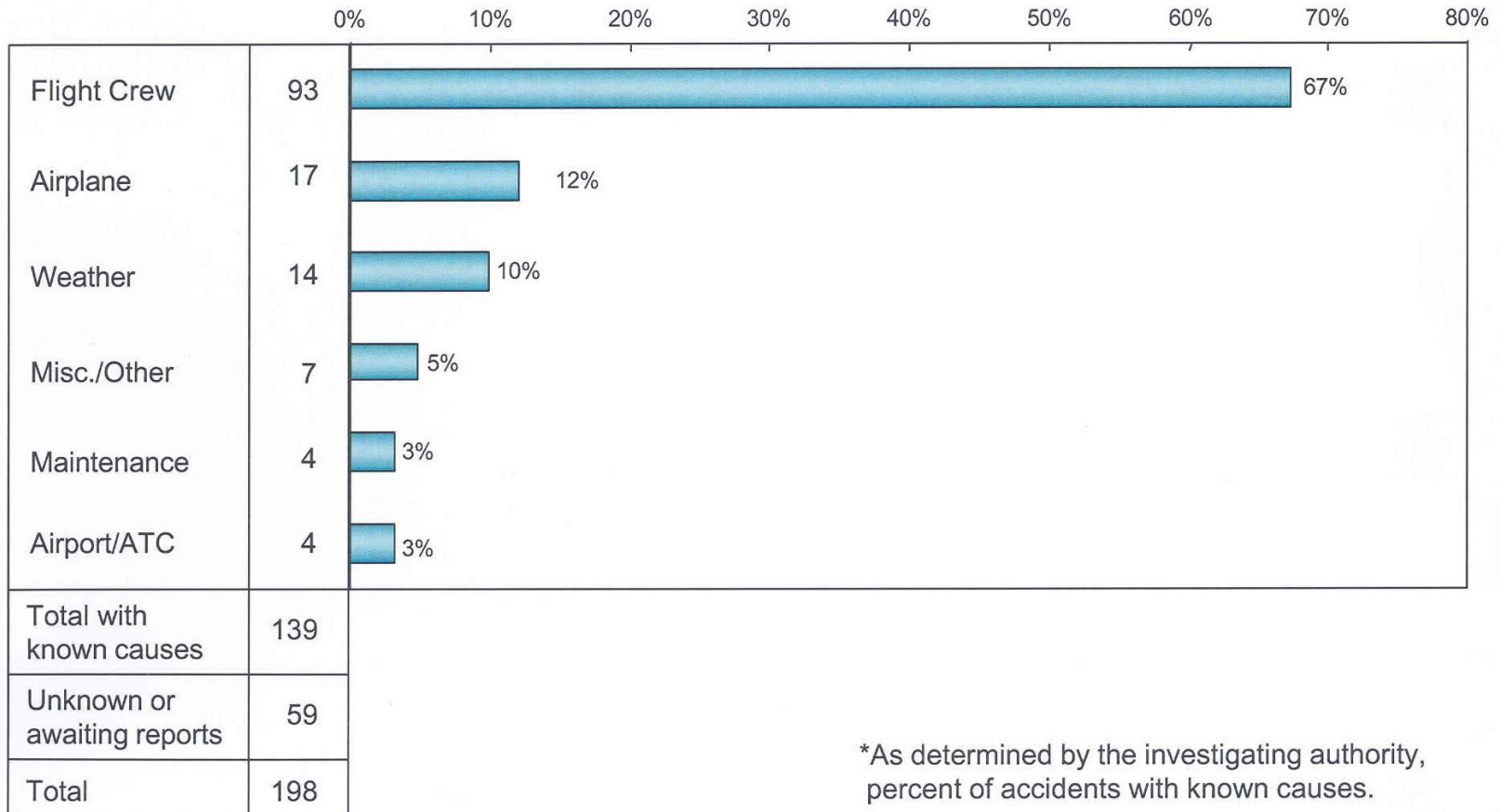


**1,12 incidenti/10<sup>6</sup> partenze**

# Localizzazione degli incidenti



# Cause degli incidenti\*



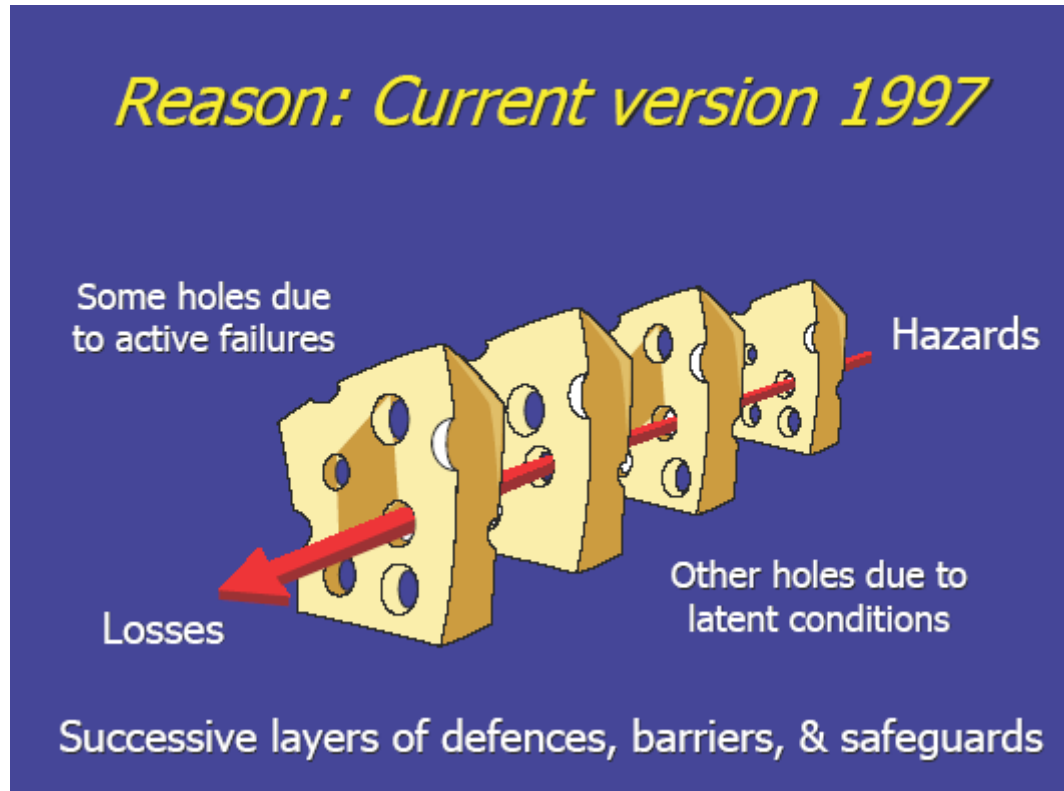
\*As determined by the investigating authority, percent of accidents with known causes.

# Fattori della sicurezza





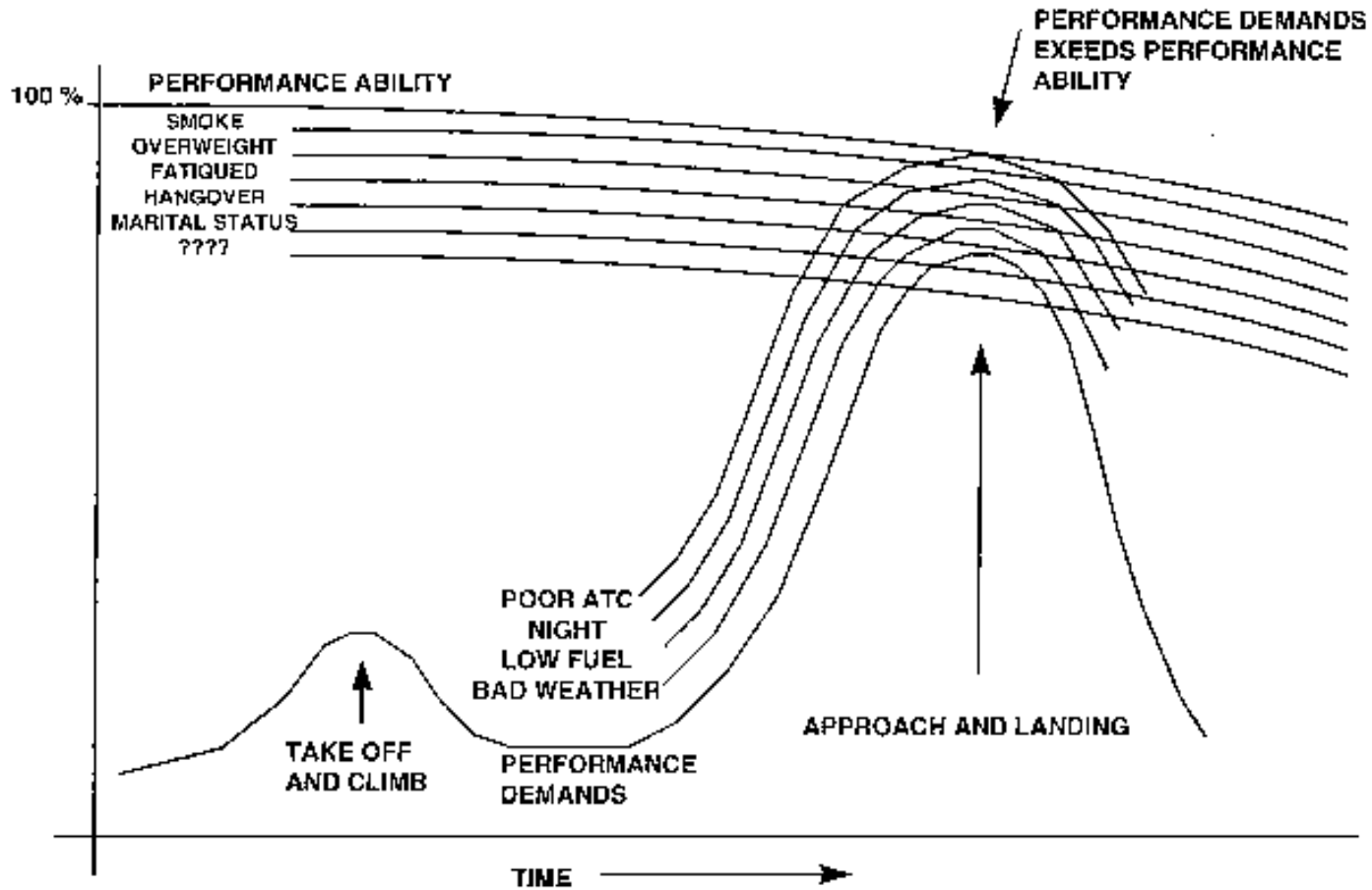
# Swiss Cheese model



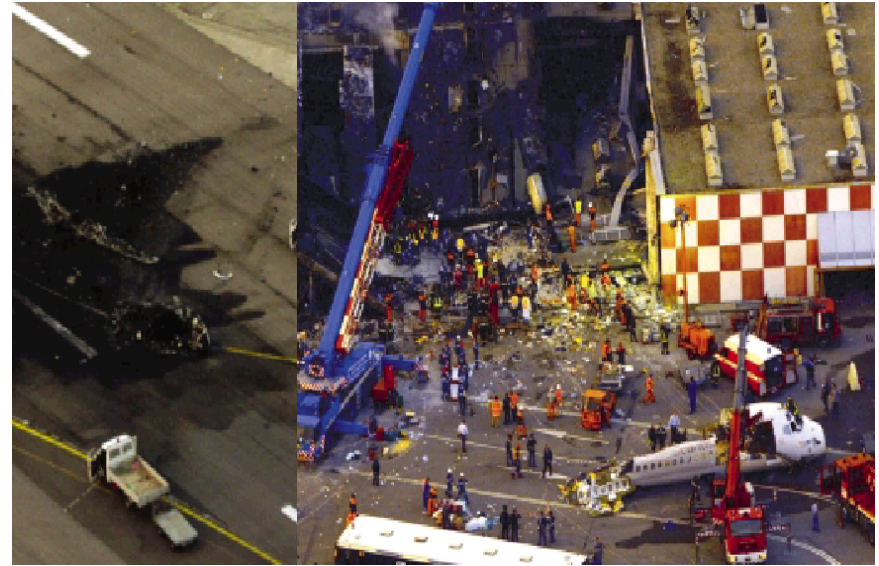
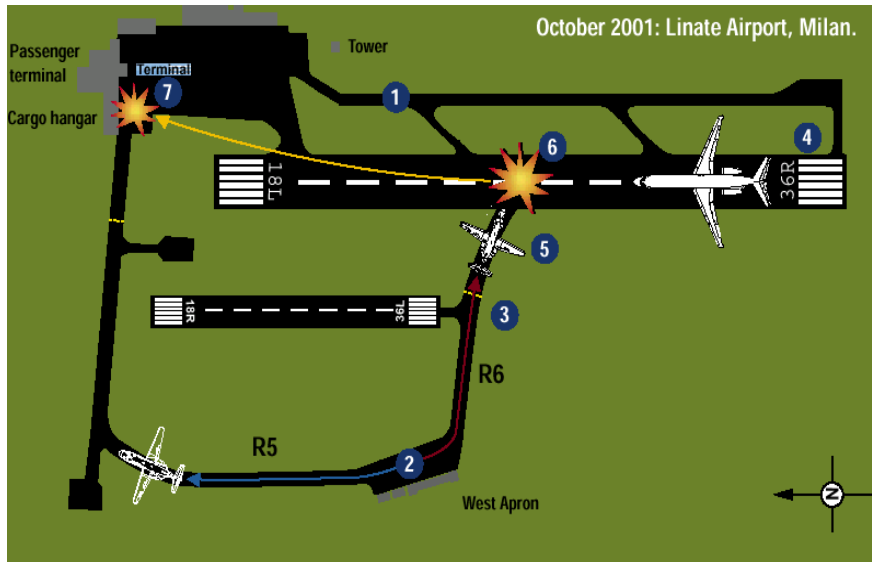
# Evoluzione del Human Factor

- ✈ **ERRORE DEL PILOTA**
- ✈ **ERRORE DELL'EQUIPAGGIO**
- ✈ **HUMAN FACTOR GENERICO**
- ✈ **ERRORE DI SISTEMA**
- ✈ **ERRORE ORGANIZZATIVO**
- ✈ **MANAGEMENT ERROR**

# Incidenza del Human Factor



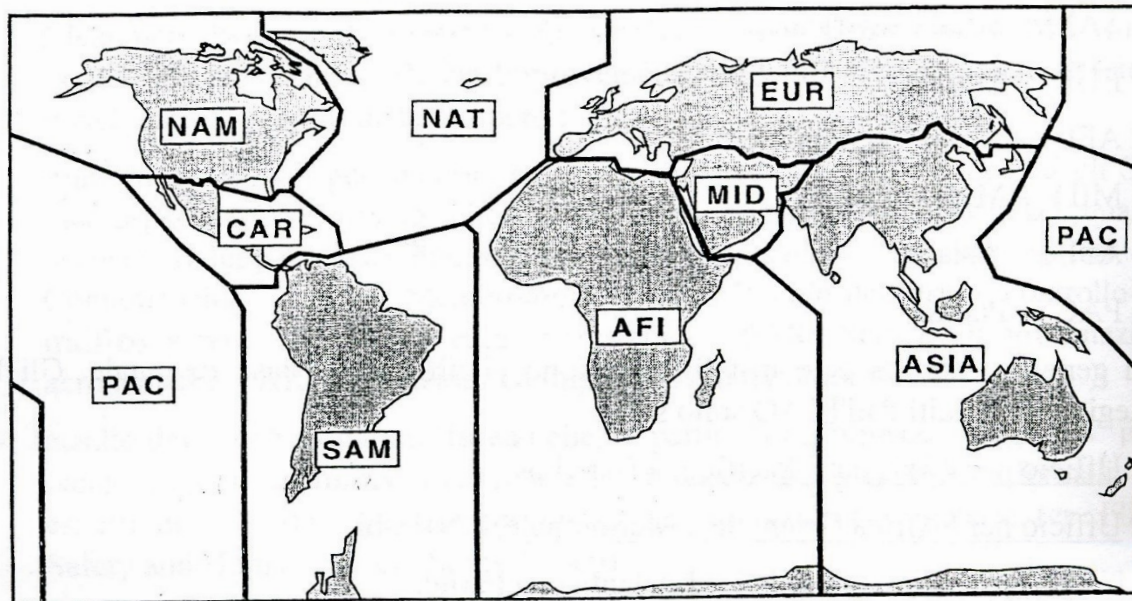
# Incidente Linate 2001



- **ERRORE ATTIVO DEL PILOTA**
- **ERRORE ATTIVO DEL CONTROLLORE DI VOLO**
- **ERRORE LATENTE (DI SISTEMA, ORGANIZZATIVO, PROCEDURALE)**
- **ERRORE LOGISTICO (TERMINAL, TOBOGA)**
- **ERRORE NELLA SEGNALETICA**

# Organizzazione del trasporto aereo (1)

ICAO (International Civil Aeronautic Organization): elabora principi e tecniche per la navigazione aerea, promuove la pianificazione e lo sviluppo del trasporto aereo. In particolare stabilisce: i diritti e doveri degli Stati membri, le norme di regolamentazione della navigazione aerea, la sovranità del singolo Stato sul suo spazio aereo.



# Organizzazione del trasporto aereo (2)

## ALTRE ORGANIZZAZIONI A LIVELLO INTERNAZIONALE - MONDIALE

**ITU (International Telecommunication Union):** istituita nel 1865, con sede in Svizzera, fa parte dell'ONU, stabilisce regole internazionali relative a comunicazioni telegrafiche, telefoniche, radio.

**WMO (World Meteorological Organization):** istituita nel 1947, con sede in Svizzera, fa parte dell'ONU, coordinare le attività ed i servizi di carattere meteorologico.

**IATA (International Air Transport Association):** è l'associazione delle compagnie aeree, fornisce direttive circa le modalità dei servizi offerti, la manutenzione degli aerei, i modi di servirsi della radioassistenza, ecc.

**ACI (Airports Council International):** è l'associazione delle imprese che gestiscono i servizi aeroportuali, è attiva nella cooperazione tra aeroporti e cura i contatti con altre associazioni.

**IFATCA (International Federation of Air Controller Association):** raggruppa le associazioni professionali dei controllori di volo.

**IFALPA (International Federation of Air Pilot Association):** raggruppa le associazioni professionali dei piloti commerciali.

Ecc. ecc.



# Organizzazione del trasporto aereo (3)

## ORGANIZZAZIONI A LIVELLO INTERNAZIONALE - REGIONALE (EUROPEO)

**ECAC (European Civil Aviation Conference):** istituita nel 1955, promuove lo sviluppo di un sistema di trasporto aereo europeo sicuro, efficiente sostenibile.

**EUROCONTROL (european organization for the safety of air navigation) :** organizzazione europea per la sicurezza della navigazione aerea

**JAA (Joint Aviation Authorities):** raggruppa le autorità delle aviazioni civili dei singoli paesi (JAR Joint Aviation Requirements).

**EASA (European Aviation Safety Agency):** L'Agenzia europea per la sicurezza aerea promuove norme comuni di sicurezza e di protezione ambientale nel settore dell'aviazione civile in Europa e nel mondo.

**AEA (Association of European Airlines):** riunisce le compagnie aeree europee, agisce a nome di tutti i membri

# Organizzazione del trasporto aereo (4)

## LIVELLO NAZIONALE

**FAA (Federal Aviation Administration ) USA: ente federale che si occupa di tutte le funzioni in tutta l'area nazionale (FAR Federal Aviation Regulation, AIM Aeronautical Information Manual, AIP Aeronautical Information Publication).**

**ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile ) ITALIA: dipende dal Ministero dei Trasporti e si occupa della vigilanza sugli aeroporti**

**ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo) ITALIA: si occupa della gestione dello spazio aereo.**

**ANSV (agenzia nazionale per la sicurezza del volo): si occupa dell'analisi degli incidenti.**

# ENAC

L'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile e' l'organismo istituito il 25 luglio 1997 con Decreto Legislativo 250/97 quale soggetto regolatore delle attività di trasporto aereo in Italia.

L'Ente provvede ai seguenti compiti:

- Regolamentazione tecnica ed attività ispettiva, sanzionatoria, di certificazione, di autorizzazione, di coordinamento e di controllo, nonché tenuta dei registri e degli albi nelle materie di competenza;
- Razionalizzazione e modifica delle procedure attinenti ai servizi aeroportuali, secondo la normativa vigente ed in relazione ai compiti di garanzia, di indirizzo e programmazione esercitati;
- Attività di coordinamento con l'Ente nazionale di assistenza al volo e con l'Aeronautica militare, nell'ambito delle rispettive competenze per le attività di assistenza al volo;
- Rapporti con enti, società ed organismi nazionali ed internazionali che operano nel settore dell'aviazione civile e rappresentanza presso gli organismi internazionali, anche su delega del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Istruttoria degli atti concernenti tariffe, tasse e diritti aeroportuali per l'adozione dei conseguenti provvedimenti del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti
- Definizione e controllo dei parametri di qualità dei servizi aeroportuali e di trasporto aereo nei limiti previsti dal regolamento di cui all'articolo 10, comma 13, della legge 24 dicembre 1993, n. 537;
- Regolamentazione, esame e valutazione dei piani regolatori aeroportuali, dei programmi di intervento e dei piani di investimento aeroportuale, nonché eventuale partecipazione all'attività di gestione degli aeroporti di preminente interesse turistico e sociale, ovvero strategico-economico;
- Attività di regolamentazione e controllo derivante dal decreto legislativo di recepimento della direttiva comunitaria n. 96/97 relativa all'accesso al mercato dei servizi di assistenza a terra negli aeroporti della Comunità;
- Attività attuativa delle raccomandazioni adottate dall'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (direttiva comunitaria n. 94/56).

# ENAV

**L'Ente Nazionale Assistenza al Volo viene stato istituito 1996**

**L'Enav provvede ai seguenti compiti:**

- **Compito primario di ENAV è contribuire all'efficienza del sistema nazionale dei trasporti garantendo la sicurezza e la regolarità della circolazione nello spazio aereo italiano a tutte le categorie di utenza, nel rispetto degli impegni internazionali del Paese. Tale obiettivo deve essere raggiunto conseguendo l'efficienza economica dell'Azienda e la soddisfazione della domanda espressa dall'utenza in termini di efficacia e qualità del servizio.**
- **La Società provvede direttamente alla erogazione dei servizi di gestione e controllo del traffico aereo, assicurando i massimi standard tecnici e di sistema nella sicurezza del volo.**

# Normativa (1)

**Annex 1 - Personnel Licensing**

**Annex 2 - Rules of the Air**

**Annex 3 - Meteorological Service for International Air Navigation**

**Annex 4 - Aeronautical Charts**

**Annex 5 - Units of Measurement to be Used in Air and Ground Operations**

**Annex 6 - Operation of Aircraft**

**Annex 7 - Aircraft Nationality and Registration Marks**

**Annex 8 - Airworthiness of Aircraft**

**Annex 9 - Facilitation**

**Annex 10 -Aeronautical Telecommunications**

**Annex 11 - Air Traffic Services**

**Annex 12 - Search and Rescue**

**Annex 13 - Aircraft Accident and Incident Investigation**

**Annex 14 - Aerodromes**

**Annex 15 - Aeronautical Information Services**

**Annex 16 - Environmental Protection**

**Annex 17 - Security: Safeguarding International Civil Aviation against Acts of Unlawful Interference**

**Annex 18 - The Safe Transport of Dangerous Goods by Air**

# Normativa (2)

INTERNATIONAL STANDARDS  
AND RECOMMENDED PRACTICES

## AERODROMES

ANNEX 14

TO THE CONVENTION ON INTERNATIONAL CIVIL AVIATION

VOLUME I  
AERODROME DESIGN AND OPERATIONS

SECOND EDITION — JULY 1998



This edition incorporates all amendments to Annex 14, Volume I, adopted by the Council prior to 14 March 1998 and supersedes on 9 November 1998 all previous editions of Annex 14, Volume I.

For information regarding the applicability of the Standards and Recommended Practices, see Chapter 1, 1.2 and Foreword.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION

UNIVERSITA DI TRIESTE  
DIP. ING. CIVILE

I

341 (4)

SEZ. STRADE, TRASPORTI  
E TOPOGRAFIA

## CHAPTER 2. AERODROME DATA

*Introductory Note.— This chapter contains specifications relating to the provision of data about aerodromes to be determined and reported to the appropriate aeronautical information service unless specified otherwise. Specifications concerning the manner in which the data are to be published and the services to which they are to be made available are prescribed in Annexes 4 and 15.*

### 2.1 Geographical coordinates

2.1.1 Geographical coordinates indicating latitude and longitude shall be determined and reported to the aeronautical information services authority in terms of the World Geodetic System — 1984 (WGS-84) geodetic reference datum, identifying those geographical coordinates which have been transformed into WGS-84 coordinates by mathematical means and whose accuracy of original field work does not meet the requirements in 2.1.2 below.

2.1.2 The order of accuracy of the field work shall be such that the resulting operational navigation data for the phases of flight will be within the maximum deviations, with respect to an appropriate reference frame, as indicated herein:

- significant obstacles in the approach and take-off areas, in the circling area and in the vicinity of aerodrome and positions of radio navigation aids located on the aerodrome: three metres;
- runway thresholds and centre line points: one metre;
- taxiway centre line points and aircraft stands: one-half metre; and
- aerodrome reference point: thirty metres.

*Note 1.— An appropriate reference frame is that which enables WGS-84 to be realized on a given aerodrome and with respect to which all coordinate data are related.*

*Note 2.— Specifications governing the publication of WGS-84 coordinates are given in Annex 4, Chapter 2 and Annex 15, Chapter 3.*

### 2.2 Aerodrome reference point

2.2.1 An aerodrome reference point shall be established for an aerodrome.

9/11/95

2.2.2 The aerodrome reference point shall be located near the initial or planned geometric centre of the aerodrome and shall normally remain where first established.

2.2.3 The position of the aerodrome reference point shall be measured and reported to the aeronautical information services authority in degrees, minutes and seconds.

### 2.3 Aerodrome and runway elevations

2.3.1 The aerodrome elevation shall be measured and given to the nearest metre or foot.

2.3.2 For an aerodrome used by international civil aviation, the elevation of each threshold, the elevation of the runway end and any significant high and low intermediate points along the runway, and the highest elevation of the touchdown zone of a precision approach runway shall be given to the nearest metre or foot.

### 2.4 Aerodrome reference temperature

2.4.1 An aerodrome reference temperature shall be determined for an aerodrome in degrees Celsius.

2.4.2 **Recommendation.—** The aerodrome reference temperature should be the monthly mean of the daily maximum temperatures for the hottest month of the year (the hottest month being that which has the highest monthly mean temperature). This temperature should be averaged over a period of years.

### 2.5 Aerodrome dimensions and related information

2.5.1 The following data shall be measured or described, as appropriate, for each facility provided on an aerodrome:

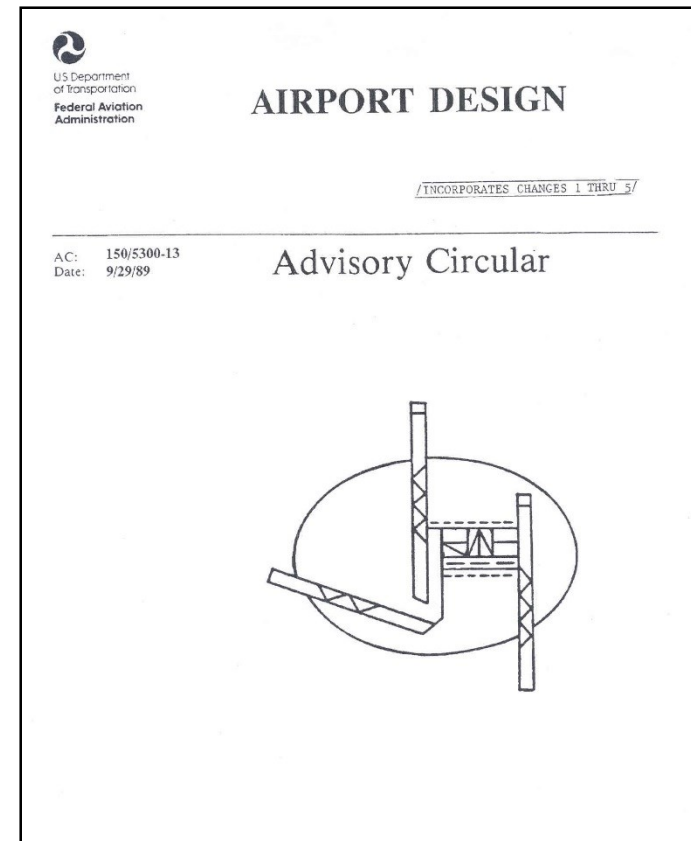
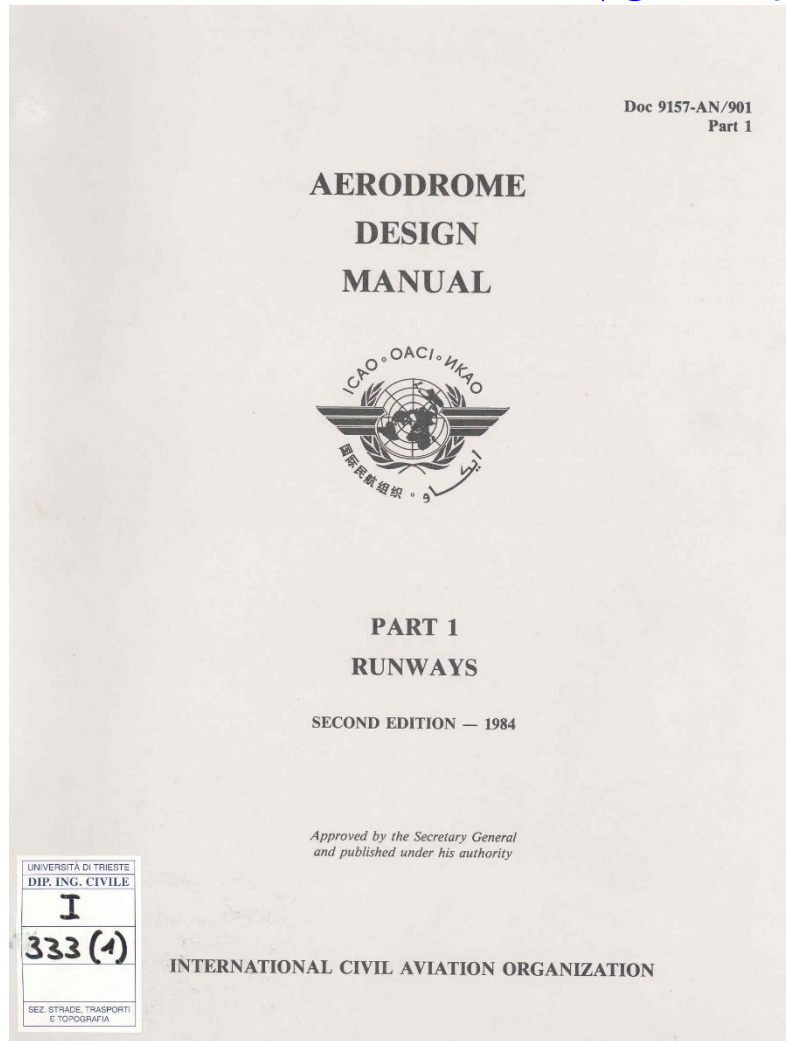
- runway — true bearing, designation number, length, width, displaced threshold location, slope, surface type, type of runway and, for a precision approach runway category I, the existence of an obstacle free zone when provided;
- strip  
runway end safety area } length, width,  
stopway } surface type;

6

ANNEX 14 — VOLUME I



# Normativa (3)



# Normativa (4)

## **FONTI NORMATIVE NAZIONALI**

**Codice della navigazione**

**Leggi e Decreti**

**Regolamenti ENAC**

**Ordinanze dei direttori di aeroporto**

**NOTAM (Notice To Air Men)**



# Navigazione e Traffico Aereo

AVIAZIONE: complesso degli aeromobili, del personale e del relativo equipaggiamento assegnato a specifiche attività aeree.

TRAFFICO AEREO: l'insieme di aeromobili in volo o che operano sull'area di manovra di un aerodromo.

NAVIGAZIONE AEREA: arte di condurre un aeromobile da un punto ad un altro e di determinare la sua posizione rispetto alla superficie della Terra.

Il SISTEMA DEL TRAFFICO (TRASPORTO) AEREO si articola in:

- Caratteristiche fisiche ed organizzative dell'ambiente naturale in cui si opera;
- La regolamentazione che lo disciplina;
- L'entità e le caratteristiche delle macchine volanti;
- L'entità e l'abilità professionale dell'elemento umano;
- L'organizzazione, l'entità e le caratteristiche delle infrastrutture e dei relativi servizi tecnico-operativi al suolo (servizi di navigazione aerea).

# Servizi Assistenza al Volo

ASSISTENZA AL VOLO: sistema costituito da un insieme di servizi (servizi della navigazione aerea, Air Navigation Services, ANS) che hanno come fine ultimo il volo regolare e sicuro. Di questi servizi fanno parte:

Servizi di Informazioni Aeronautiche (Aeronautical Information Services, AIS): ha il compito di pubblicare e diffondere le informazioni necessarie alla sicurezza ed alla regolarità della navigazione aerea. Fornisce: informazioni per la totalità degli utenti, informazioni pre-volo, informazioni post-volo.

Servizio di Meteorologia aeronautica (aeronautical METeorological services for air navigation, MET): fornisce informazioni meteorologiche.

Servizio delle Telecomunicazioni Aeronautiche (aeronautical TeLeComunications, TLC): sono strumenti per fornire i dati necessari alla condotta del volo, comunicazioni terra-bordo-terra, e terra-terra.

Servizi di Ricerca e Soccorso (Search And Rescue, SAR): La finalità del Servizio è garantire con efficacia e tempestività il salvataggio degli occupanti di un aeromobile in pericolo;

Servizi del Traffico aereo (Air Traffic Services, ATS).

# Servizi del Traffico Aereo

Servizi del Traffico aereo (Air Traffic Services, ATS):

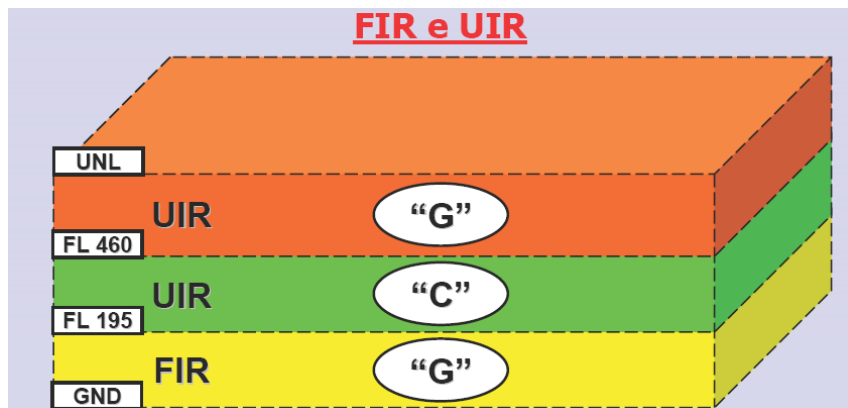
Servizio di Controllo del Traffico Aereo (Air Traffic Control - ATC) ha il compito prevenire le collisioni tra aeromobili; tra aeromobili ed ostacoli sull'area di manovra; accelerare e mantenere un ordinato flusso del traffico aereo;

Servizio Informazioni Volo (Flight Information Service - FIS) ha lo scopo di fornire consigli ed informazioni utili per una sicura ed efficiente condotta dei voli;

Il Servizio Consultivo (Advisory Service - ADS) ha il compito di assicurare la separazione ai voli che operano secondo le regole IFR e solo in alcuni spazi aerei (spazi aerei consultivi).

Il Servizio di Allarme (Alerting Service - ALS) ha il compito di avvisare le organizzazioni appropriate quando è necessario l'intervento del Servizio di Ricerca e Soccorso e prestare loro la collaborazione necessaria.

# Suddivisione spazio aereo (1)



Classe A	spazio controllato riservato ai soli voli IFR, il traffico VFR non è ammesso e non ci sono limiti di velocità
Classe B	spazio controllato senza limiti di velocità, tutti gli aeromobili sono soggetti all'ATC, sia i voli IFR sia quelli VFR per entrare in questi spazi devono chiedere l'autorizzazione
Classe C	spazio controllato, il servizio ATC si occupa di separare tra loro i voli IFR, gli IFR dai VFR e viceversa, limite di velocità per I voli VFR al di sotto del FL100
Classe D	spazio controllato per i soli voli IFR, limite di velocità per TUTTI i voli al di sotto del FL100
Classe E	spazio con il livello minimo di controllo ATC, ai voli IFR viene fornito il servizio ATC, limite di velocità per TUTTI i voli al di sotto del FL100
Classe F	spazio non controllato, limite di velocità per TUTTI i voli al di sotto del FL100
Classe G	spazio non controllato, limite di velocità per TUTTI i voli al di sotto del FL100



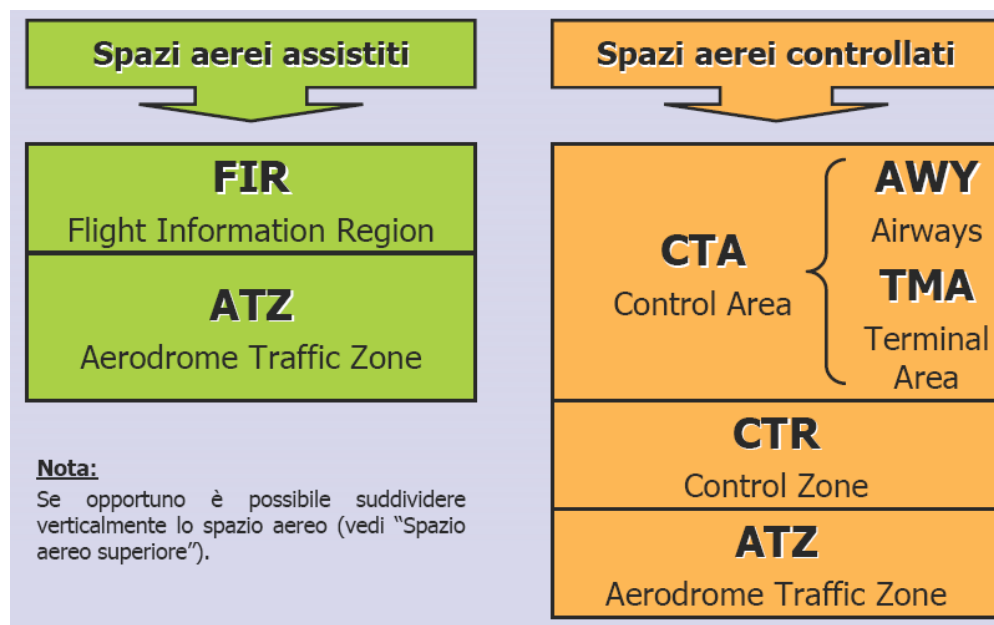
# Suddivisione spazio aereo (2)

Regioni Informazioni Volo (Flight Information Region – FIR);

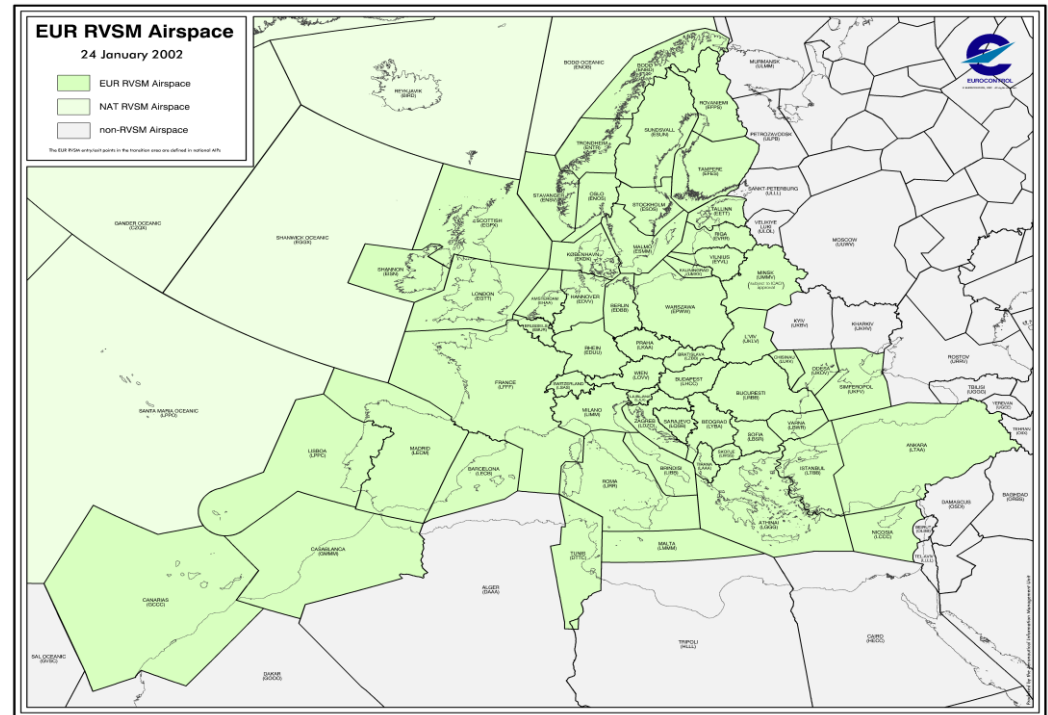
Regioni di Controllo (CTA);

Zone di Controllo (CTR);

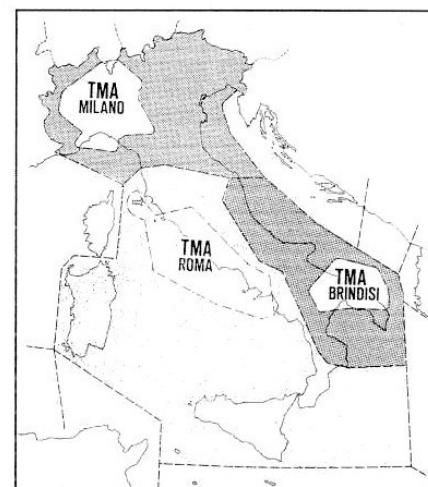
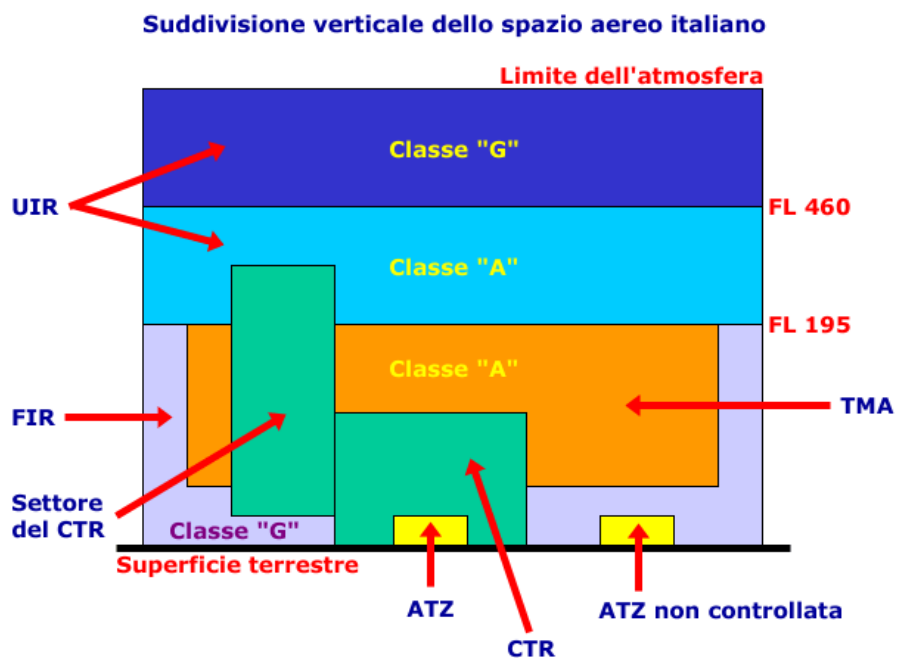
Zone di traffico aeroportuale (ATZ)



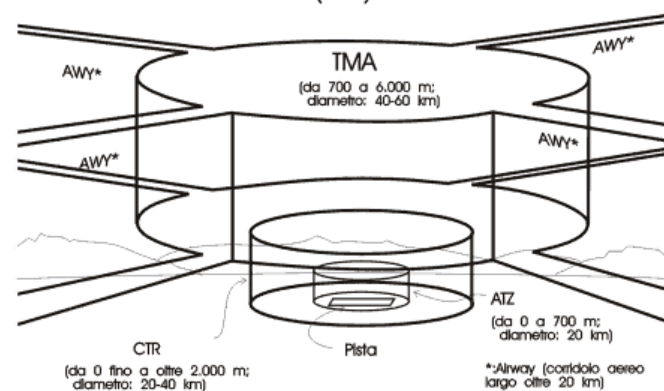
# Suddivisione spazio aereo (3)



# Suddivisione spazio aereo (4)



**SPAZI AEREI CONTROLLATI (CTA)**



# Suddivisione spazio aereo (5)

Suddivisione verticale dello spazio aereo italiano

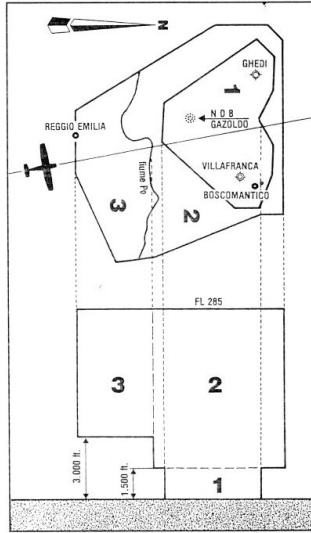
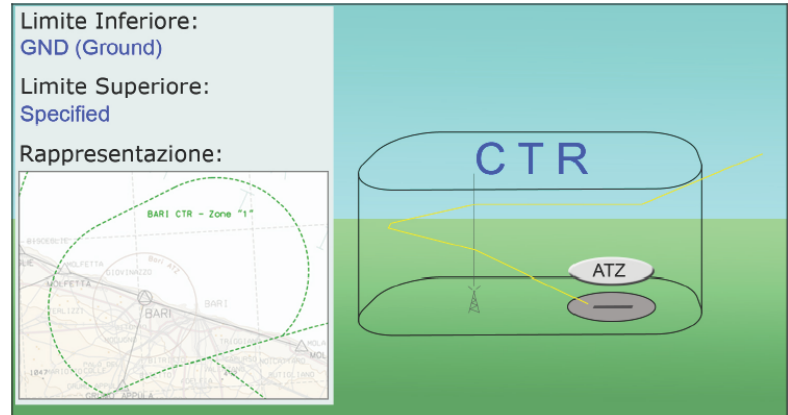
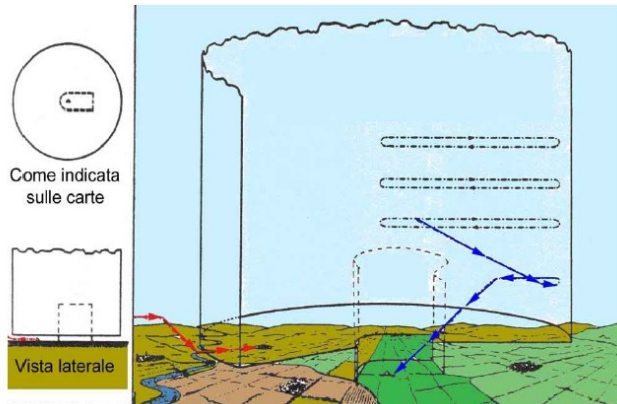
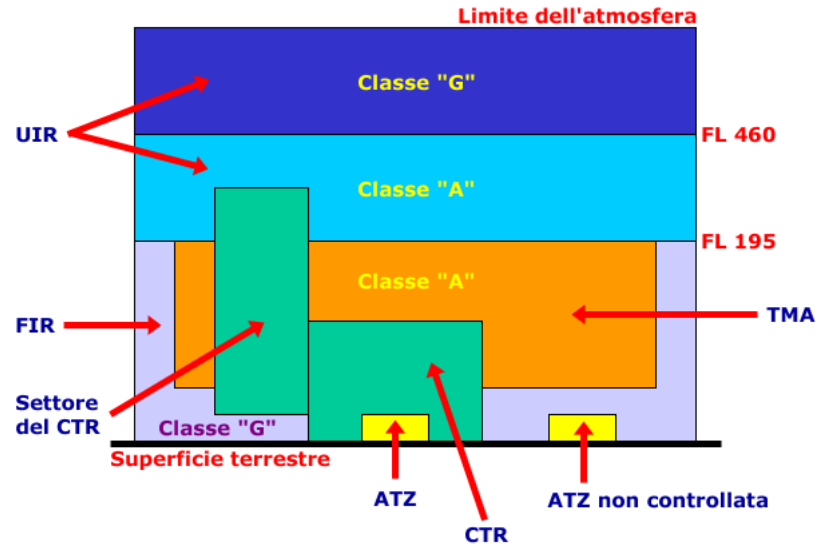
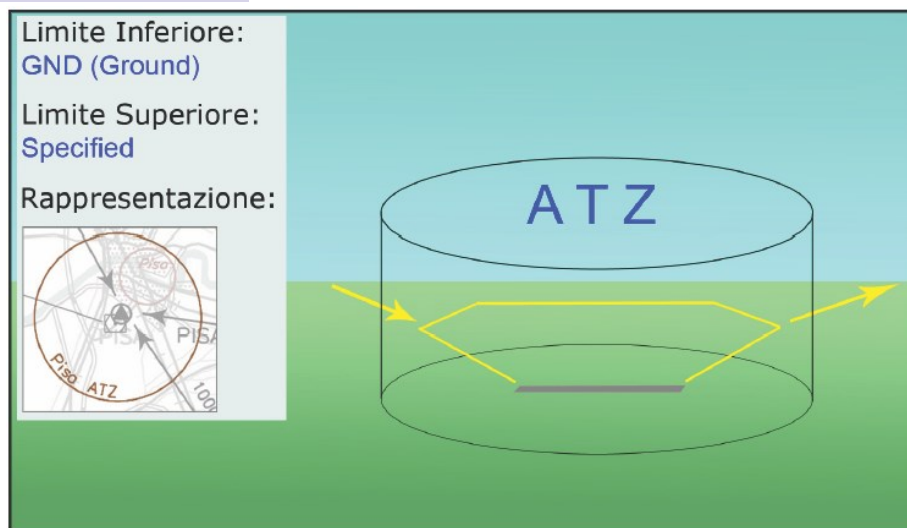
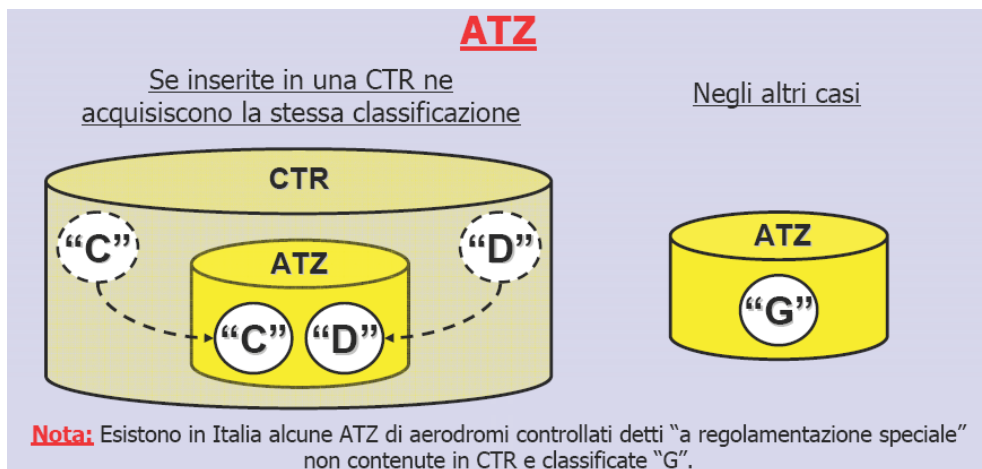


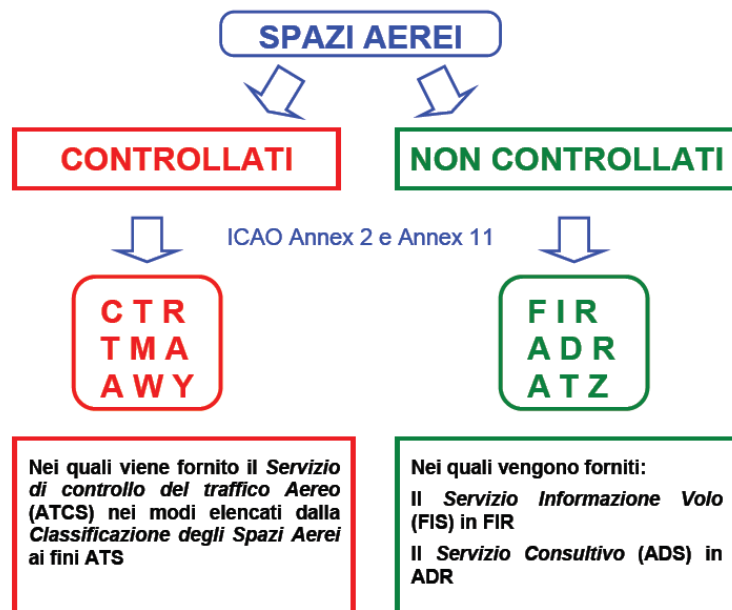
Fig. 1.17 - Vista in pianta e sezione verticale della CTR di Garda.



# Suddivisione spazio aereo (6)



# Suddivisione spazio aereo (7)



Tipologia di spazio aereo	Ente preposto
UIR (Upper Information Region) <i>Regione superiore di informazioni volo</i>	UIC (Upper Information Center) <i>Centro superiore di informazioni volo</i>
FIR (Flight Information Region) <i>Regione informazioni di volo</i>	FIC (Flight Information Center) <i>Centro informazioni di volo</i>
AWY (AirWaY) <i>Aerovia</i>	ACC (Area Control Center) <i>Centro di controllo regionale</i>
ADR (Advisory Route) <i>Rotta assistita o servizio consultivo</i>	FIC (Flight Information Center) <i>Centro informazioni di volo</i>
TMA (TerMinal Area) <i>Area di controllo terminale</i>	ACC (Area Control Center) <i>Centro di controllo regionale</i>
CTR (ConTRol zone) <i>Zona di controllo di avvicinamento agli aeroporti</i>	APP (APProach control office) <i>Controllo di avvicinamento</i>
ATZ (Aerodrome Traffic Zone) <i>Zona di traffico aeroportuale</i>	TWR (aerodrome control ToWeR) <i>Torre di controllo d'aeroporto</i>

Tab. 2 – Corrispondenze fra tipologie di spazio aereo ed Enti che forniscono il Servizio di Assistenza

# Il sistema italiano di aerovie

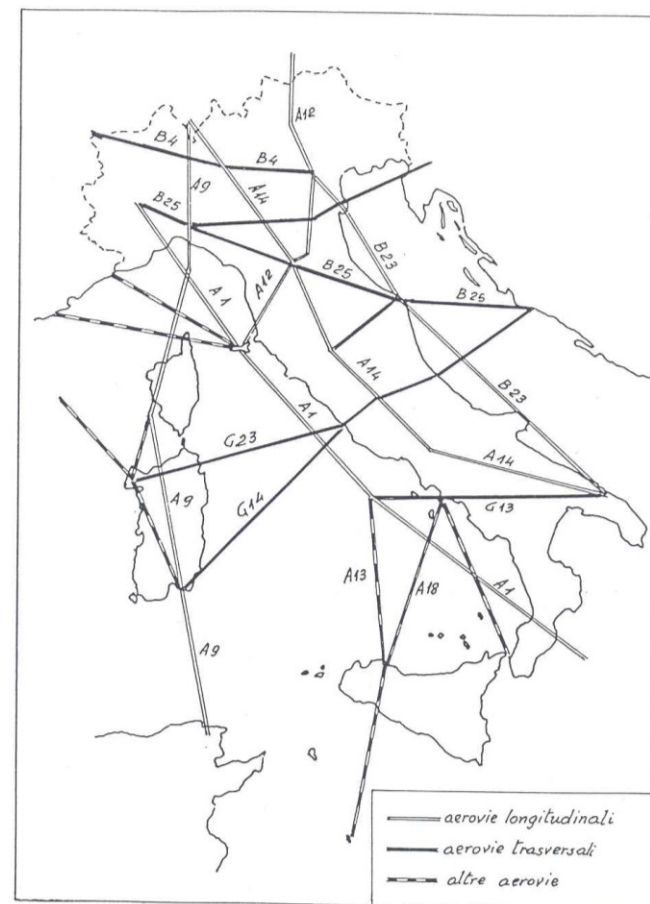
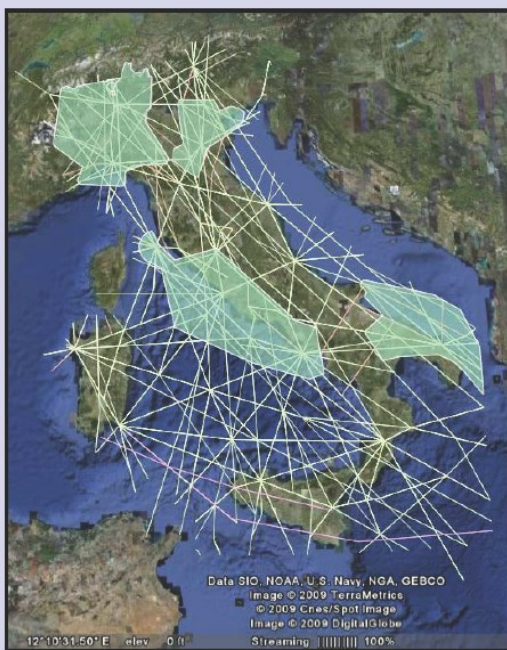
## CTA italiana

### TMA

Milano-Padova  
Roma-Brindisi

+

AWYs , UAWYs





# Gestione del Traffico Aereo

**Il sistema di gestione del traffico aereo (Air Traffic Management) è costituito da due aspetti:**

**L'ATC che è responsabile della garanzia di una separazione sicura delle rotte degli aerei e poi la gestione del flusso di traffico**

**Il ATFM (Air Traffic Flow Management) che è responsabile del bilanciamento della domanda e della capacità di garantire un flusso di traffico sicuro ed efficiente**

# SLOT

## SLOT AEROPORTUALE

**Banda temporale tra arrivo e partenza di un aereo ad un gate; non è legato ad una particolare destinazione, ma è assegnato alla compagnia aerea; regolamentato in europa da regolamento 95/93; principi d'uso e assegnazione «use it or lose it» e «grandfather's rights».**

## SLOT ATC

**Banda spazio-temporale per l'utilizzo di un aerovia; legato quindi ad una destinazione e rotta; regolamentato da normativa internazionale e nazionale; principio d'uso «first come, first served»;**

# Regole dell'Aria

## Regole di volo

- IFR - instrument flight rules (ATC controlled flights)
- VFR - visual flight rules (> 3 nm visibilità e 1000 ft dalle nuvole)

## Condizioni meteorologiche

- VMC - visual meteorological conditions
- IMC - instrument meteorological conditions



# Separazione tra aerei (2)

SEPARAZIONE LONGITUDINALE (senza tener conto dei vortici):

distanza dal radar > 40 nm    5 nm

distanza dal radar < 40nm    3 nm

SEPARAZIONE LONGITUDINALE (a causa dei vortici):

Aereo leader	aereo seguente	heavy	light	small
Heavy		4 nm	5	6
Light		3	3	4
Small		3	3	3

SEPARAZIONE TRASVERSALE:    8 nm fino a quota 18.000 ft, 20 nm sopra  
18.000 ft, 60 nm sopra gli oceani

# Configurazione aerodromo



Fig. 4.2 - Area di atterraggio



Fig. 4.3 - L'area di manovra contiene l'area di atterraggio

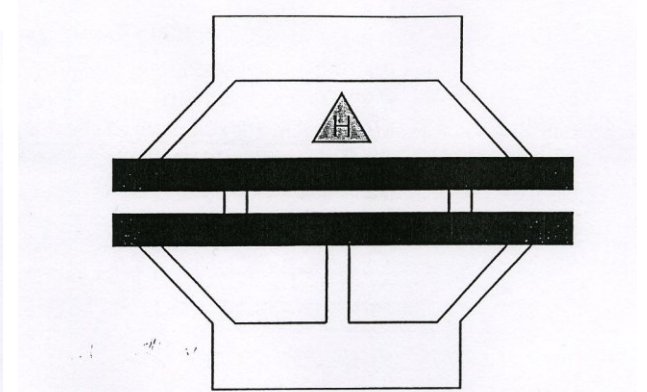


Fig. 4.4 - L'area di movimento contiene l'area di manovra

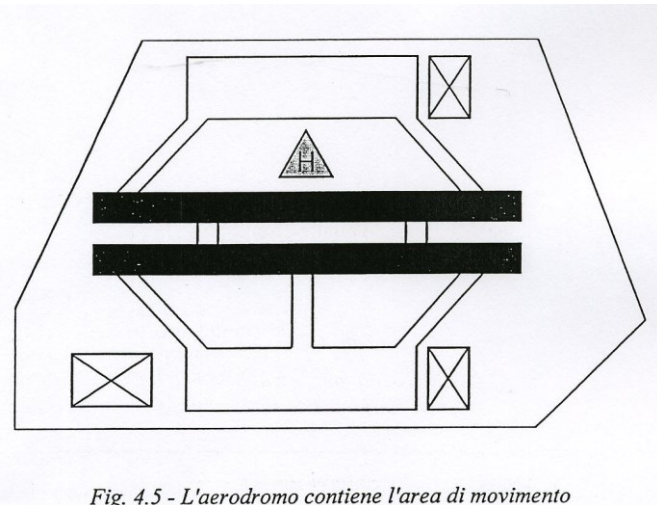


Fig. 4.5 - L'aerodromo contiene l'area di movimento





# Strumenti di aiuto alla navigazione (1)

- Sono dei sistemi collocati al suolo ed emettono onde radio (radiofari)
- Permettono all'aeroplano attraverso la ricezione di questi segnali, una navigazione strumentale (IFR) accurata e precisa
- L'obiettivo è garantire un flusso di traffico aereo sicuro e ordinato
- Gli strumenti si suddividono in: **VOR, NDB, DME, ILS**





## Strumenti di aiuto alla navigazione (2)

VOR (Very high Omnidirectional Range). PREGI: alta precisione ed affidabilità in tutte le condizioni meteorologiche. DIFETTI: il funzionamento della ricezione del segnale VOR impone la necessità della linea ottica fra la stazione ricevente e trasmittente.

NDB (NonDirectional radio Beacon).



DME (Distance Measure Equipment). È un sistema di radioguida che permette di conoscere la distanza dell'aeroplano dal radiofaro.

# ILS (Instrument Landing System)

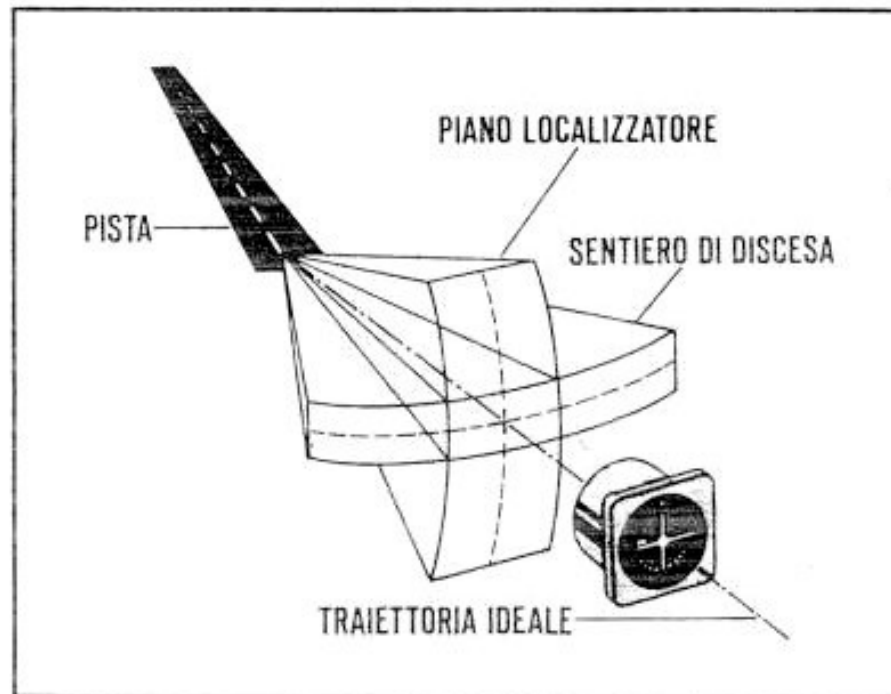


Fig. 6.87 - Il sentiero ILS, costituito dall'intersezione fra il piano localizzatore e il piano di planata.

# Approfondimenti e Riflessioni



**“La lotta generale per l'esistenza degli esseri viventi non è una lotta per l'energia, ma è una lotta per l'entropia.”**

**LUDWIG BOLTZMANN**

