



# **Ipotesi d'Impiego: Commerciale, Scientifico**

**Gennaro Russo**  
**DAC, Distretto Tecnologico Aerospaziale della Campania**

**DAC/CIRA, Capua, 20 aprile 2016**

# CONTRIBUTI E RIFERIMENTI

## Commerciale:

- AIDAA
- ASI
- DAC (coordinatore)
- ENAV
- TAS-I

## Scientifico:

- ASI
- CIRA
- DAC (coordinatore)
- ENAV
- PoliBA
- TAS-I
- UniNA

## Riferimenti:

- FAA
- ICAO
- Airbus
- Aerospace States Association
- Corcorde data
- Fast Forward Project
- General Aviation Manufacturers Association, GAMA
- Aerion Corp.
- IHS Global Insight
- Bombardier Business Aircraft
- Booz & Co.
- Tauri Group
- Trans-Tech
- Molti papers e report

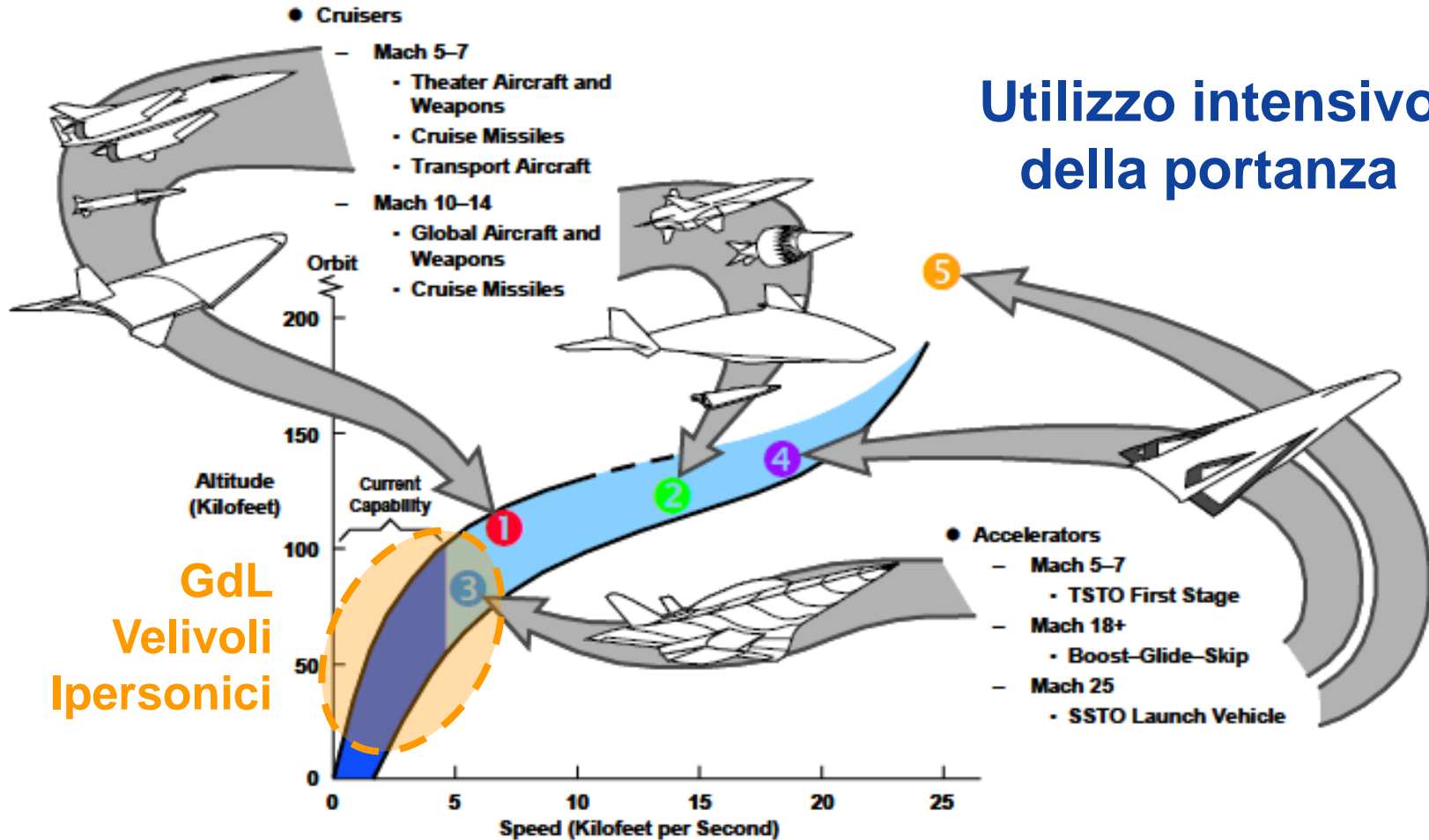
## VELIVOLI ad elevata efficienza aerodinamica ipersonica (Mach=4-5):

- ❖ Corpi Portanti tipo wave rider
- ❖ Velivoli Alati

## MISSIONI:

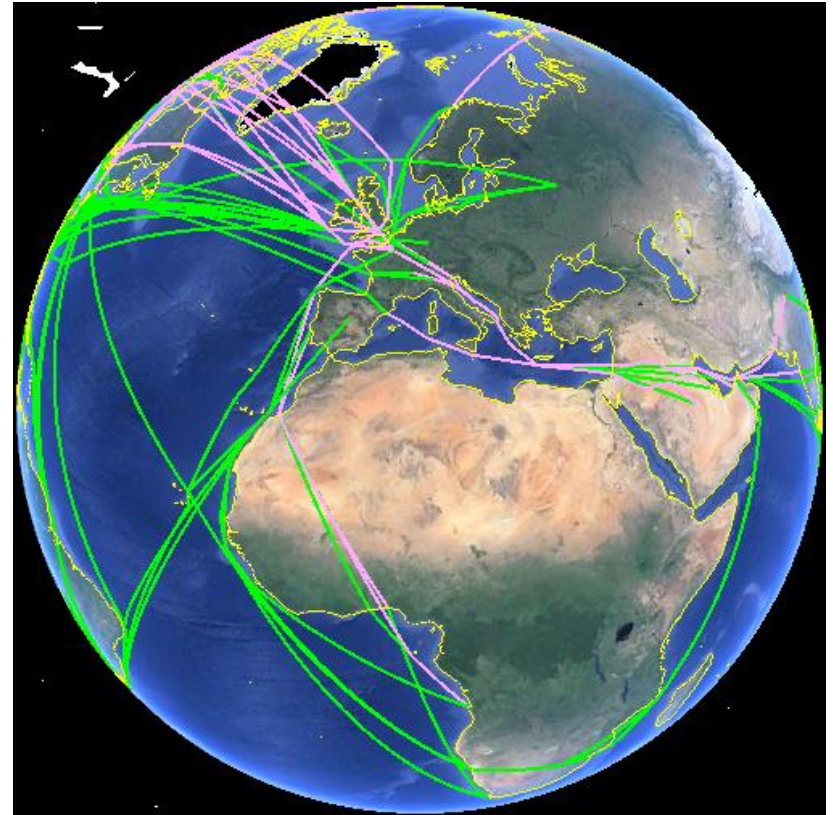
- ❖ Sub-orbitali
- ❖ Stratosferiche

Lo sviluppo di questo settore, associato alle non trascurabili competenze ed esperienze nel settore del rientro orbitale, è prodromo tra l'altro di applicazioni futuribili come l'*Ambulanza Spaziale* → velivolo per due persone + 1-2 crew, per trasporto feriti da LEO, con  $g/g_0 \leq 1.1/1.2$










Contenuto di ciascuno dei due capitoli:

- ✓ **Impieghi** possibili
- ✓ Valorizzazione del **mercato** nazionale ed internazionale, ove possibile
- ✓ **Ruolo** attuale dell'Italia e ruolo potenzialmente acquisibile

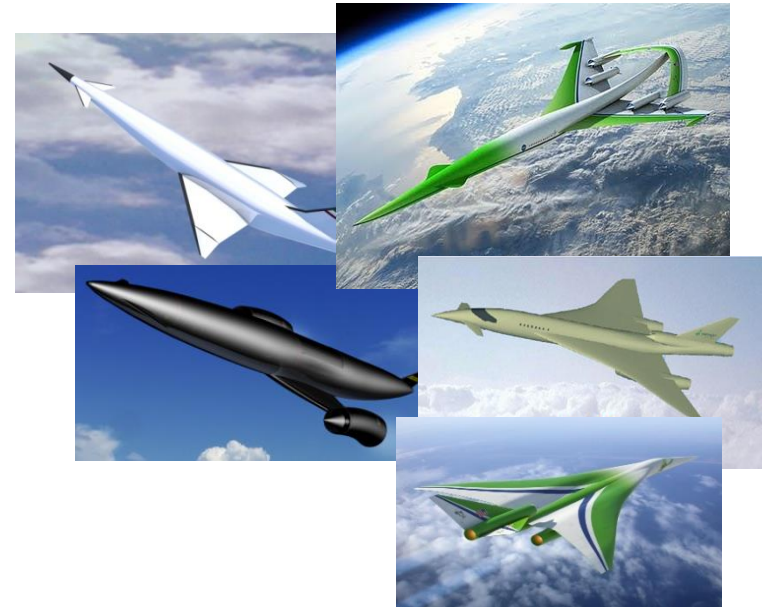


I possibili impieghi di tipo commerciale, e relativo livello di **probabilità di successo sul mercato**, sono:

- ❖ Volo di *linea stratosferico* (point-to-point) per il trasporto passeggeri 
- ❖ Volo di *linea suborbitale* (point-to-point) per il trasporto passeggeri 
- ❖ Volo *cargo stratosferico* (point-to-point) 
- ❖ Volo *cargo suborbitale* (point-to-point) 
- ❖ *Urgent business travel* (aero taxi, aerei aziendali, comproprietà, trasporto urgente in caso di calamità, ecc.) 
- ❖ *Trasporto urgente di beni* (posta e pacchi urgenti, farmaceutici speciali, materiale vivente di valore, deperibili, trasporto intercontinentale di organi da trapianto, trasporto urgente in caso di calamità, ...)
- ❖ *Turismo suborbitale* 
- ❖ *Servizi spaziali* (lancio di payload nello spazio, servizi di Osservazione della Terra, Media e relazioni pubbliche, Addestramento e training astronauti, ...) 

Vanno completamente distinti i due casi di:

- Velivolo ipersonico di **grandi dimensioni**  
tipo aviazione commerciale (**HCA**)



- Velivolo ipersonico di **piccole dimensioni**  
tipo business jet (**HBJ**)



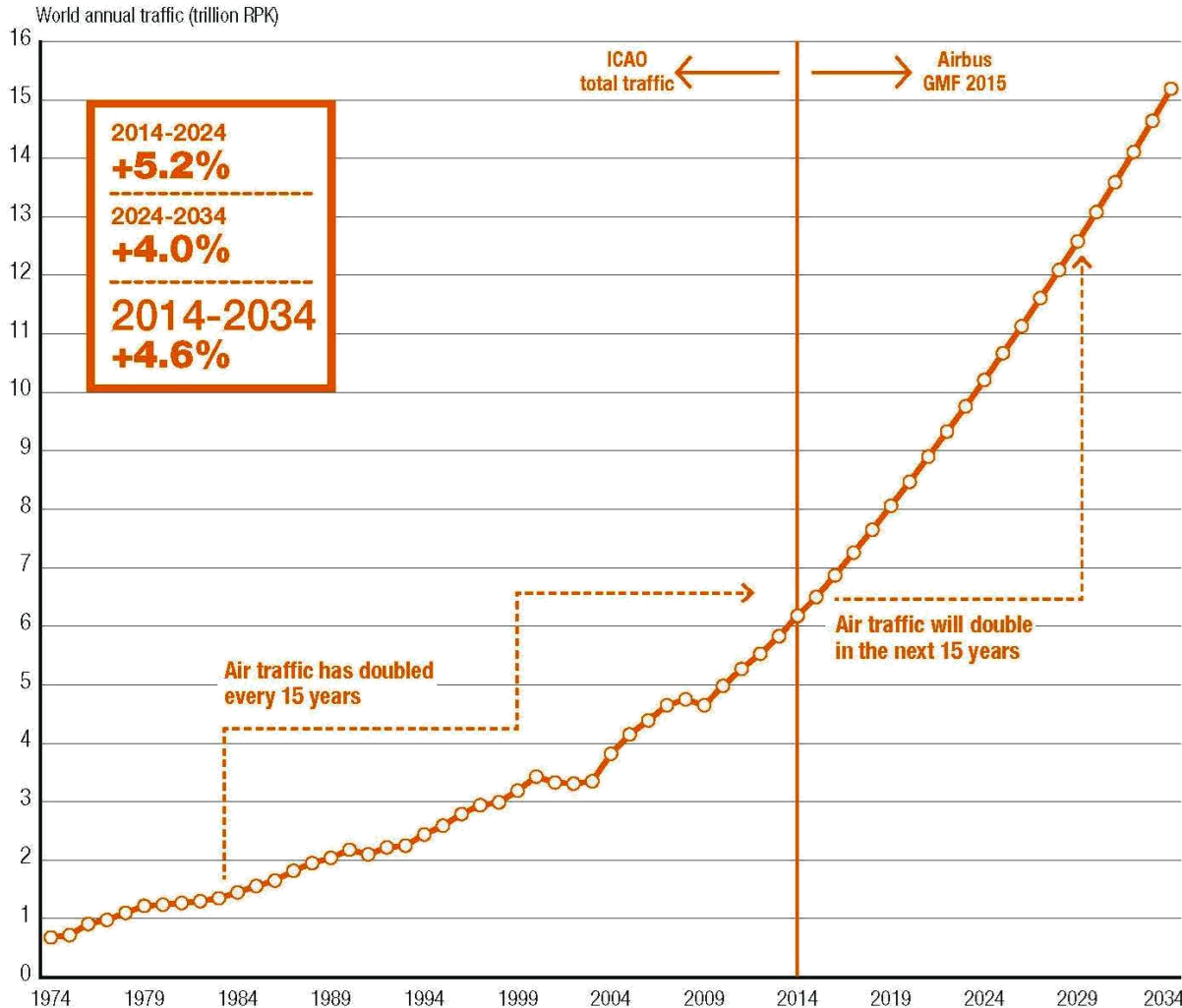
Approccio: Considerazioni sulla parte di mercato attuale e prospettico che una flotta di velivoli ipersonici potrebbe acquisire

- ❖ Traffico passeggeri annuo **3.2 miliardi (2014)**
- ❖ Aviazione civile in Europa **4.1% del PIL**
- ❖ Crescita media traffico passeggeri globale in 20 anni **4.6% annuo**
- ❖ Crescita flotta commerciale in 20 anni **106%**  
17.354 (2015)  
35.749 (2035)
- ❖ Crescita media traffico cargo globale in 20 anni **4.4% annuo**  
**+2.350 entro 2035**



**TRAFFIC WILL DOUBLE IN THE NEXT 15 YEARS**

Sources: ICAO, Airbus GMF 2015  
 RPK = Revenue Passenger Kilometer



*Previsione di  
 traffico aereo  
 passeggeri  
 (Fonte: Airbus)*

## STIMA MERCATO HCA

**First class** - da tempo in forte diminuzione:

1980: 5%; 1990: 2% Oggi 0.2% → 3 milioni pax/anno

**Business class** - La maggior parte dei vecchi viaggiatori di prima classe viaggiano oggi in business class, che rappresenta il 20% → 330 milioni pax/anno

**Concorde** (fino al 2003) - 0.01% → 150.000 pax/anno (4.5% del totale sulle principali rotte Concorde); 80% business + 20% viaggiatori ricchi

Supponendo che l'HCA sarà scelto dal 10% dei viaggiatori di prima classe + tutti i passeggeri ricchi del Concorde + 10% dei passeggeri business del Concorde → 342.000 passeggeri/anno →

**circa 950 passeggeri/giorno**

## ***Il mercato HCA è evidentemente troppo basso***

*per un aereo da 100 e più posti e del peso di centinaia di tonnellate!  
Il biglietto dovrebbe essere almeno 5X Concorde → >100.000€!*

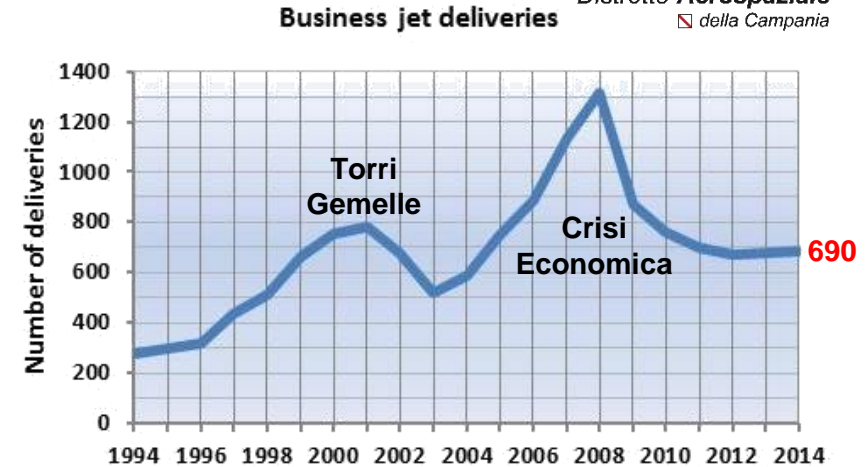
Un biglietto **Concorde** costava il doppio di un biglietto di prima classe (12 volte quello dell'economica) → 20.000€ (andata e ritorno)

Un biglietto **first class** è circa 6 volte quello dell'economica → 10.000€ (andata e ritorno)

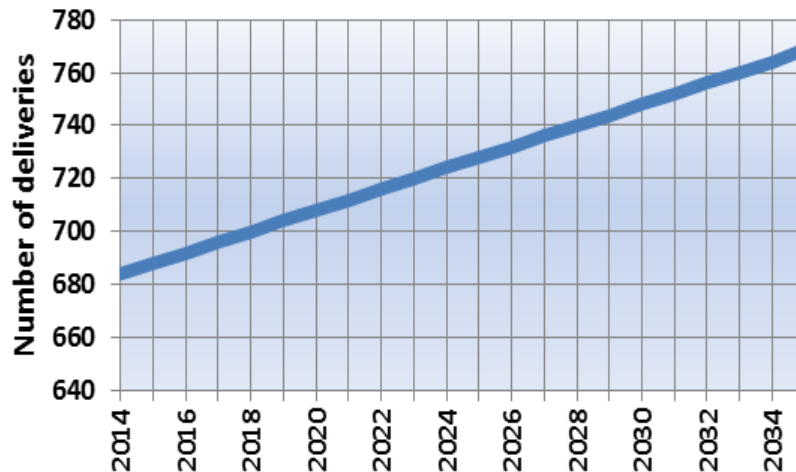
Un biglietto **business** costa il 15-45% in più di quello in classe economica → 1.750-2.050€ (andata e ritorno)

# MERCATO BUSINESS JET

Il mercato dei business jet rappresenta oggi il segmento dell'industria aeronautica con **il maggiore potenziale di crescita**



**Business jet deliveries forecast**



Previsione di consegne di business jet nei prossimi 20 anni (Fonte: FAA Survey and Forecast)

Consegne di business jet (Fonte: General aviation statistical databook & 2014 industry outlook)

FAA stima che nel 2034 la flotta di business jet attivi sarà di 24.000 unità → **tasso di crescita medio annuo del 4% e totale del 70%**

Nei prossimi 20 anni: 10.000 nuove unità + 4.500 sostituzioni → **725 consegne medie per anno**

**First class** - da tempo in forte diminuzione:

1980: 5%; 1990: 2% Oggi 0.2% → 3 milioni pax/anno

**Business class** - La maggior parte dei vecchi viaggiatori di prima classe viaggiano oggi in business class, che rappresenta il 20% → 330 milioni pax/anno

**Concorde** (fino al 2003) - 0.01% → 150.000 pax/anno (4.5% del totale sulle principali rotte Concorde); 80% business + 20% viaggiatori ricchi

*Il 5% dei passeggeri Concorde sono disposti a pagare fino a 80.000 € un biglietto per un viaggio punto-punto ipersonico (Webber, 2012)*

*Supponendo conservativamente che l'HBJ sarà scelto dal 10% dei viaggiatori business del Concorde + tutti i passeggeri ricchi del Concorde → 42.000 passeggeri/anno →*

**100-150 passeggeri/giorno**

## STIMA MERCATO HBJ

- ❖ Consegne nei prossimi 20 anni: 14.500
  
- ❖ Business jet di **fascia alta** (costo unitario > 40 M\$):
  - 2006: 10%
  - 2014: 35% *per l'aumento degli Ultra High Net Worth Individuals, HNWI*
  - 2015-2034:  $\geq 25\%$  → 3.625 unità
  
- ❖ Secondo Reichel (2011), la domanda di business jet di fascia alta passerà al **jet super/ipersonico** come segue:
  - 43% se il prezzo sarà di 80 M\$ → 1.559 unità (78/anno)
  - 29% se il prezzo sarà di 90 M\$ → 1.051 (53/anno)
  - 14% se il prezzo sarà di 100 M\$ → 507 (25/anno)
  
- ❖ Nelle analisi economiche utilizzato fattore conservatività = 0.20 (**102** HBJ)
  
- ❖ Il prezzo di mercato di un HBJ è stimato  $\cong 80$  M€

# MERCATO DEL TURISMO SPAZIALE SUBORBITALE

Un business jet ipersonico può realizzare anche missioni suborbitali per turismo spaziale.

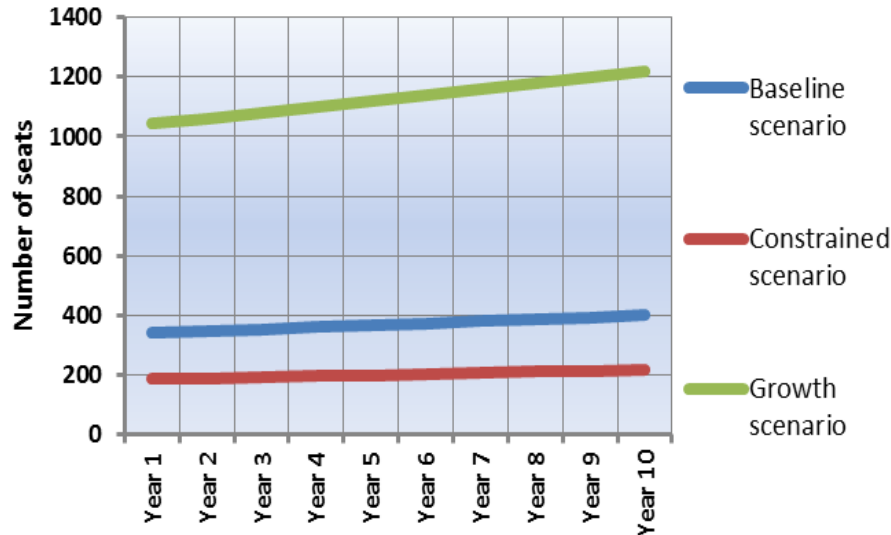
Esiste una domanda di mercato per il turismo suborbitale come dimostrato dalle prenotazioni ricevute da Virgin Galactic, XCOR e Armadillo. :

	<b>2012</b>	<b>mid-2013</b>
Virgin Galactic	550	640
XCOR	175	300
Armadillo	200	200
<b>TOTAL</b>	<b>925</b>	<b>1140</b>

Sono disponibili vari studi, molto diversi tra loro, che dicono che tale mercato sarà prestissimo in forte evoluzione e crescita.

# MERCATO DEL TURISMO SPAZIALE SUBORBITALE

Suborbital space tourism demand projection



Fonte: Tauri Group

- ❖ Il Tauri Group prevede 3 scenari di crescita e stima fino ad oltre 11.000 biglietti su 10 anni.
- ❖ IPSOS (per Airbus) prevede diversi scenari e stima tra 43.000 e 80.000 biglietti nel 16° anno di mercato.

Assumendo il valore medio degli scenari IPSOS + fattore di conservatività pari a 0.20 →

**circa 12.000 turisti/anno**

nel 16° anno di mercato



## IL PUNTO DI VISTA DEL PRODUTTORE

MANUFACTURER COSTS	PHASES COVERED	COST TYPE	ESTIMATE
<b>Development costs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feasibility</li> <li>• Preliminary definition</li> <li>• Detailed definition</li> <li>• Prototype/Demonstrator production and certification (~85%)</li> </ul>	NRC	<b>2 B€</b>
<b>Financing costs</b>	(4% on development costs)	NRC	840 M€/20 years
<b>Production costs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production of the vehicle</li> <li>• Testing and qualification</li> </ul>	RC / fixed and variable	<b>40 M€</b> on average / vehicle

# HBJ ASPETTI ECONOMICI

## IL PUNTO DI VISTA DEL PRODUTTORE

- ❖ 102 consegne nel corso di 20 anni (3 consegne all'inizio, in aumento fino a 10)
- ❖ Ulteriori 10 velivoli in 20 anni per il mercato del turismo spaziale (wet lease)
- ❖ Costo di produzione = 40 M€/unità ; Prezzo di vendita = 80 M€/unità
- ❖ Per ogni velivolo, 1 volo al giorno per 300 giorni all'anno

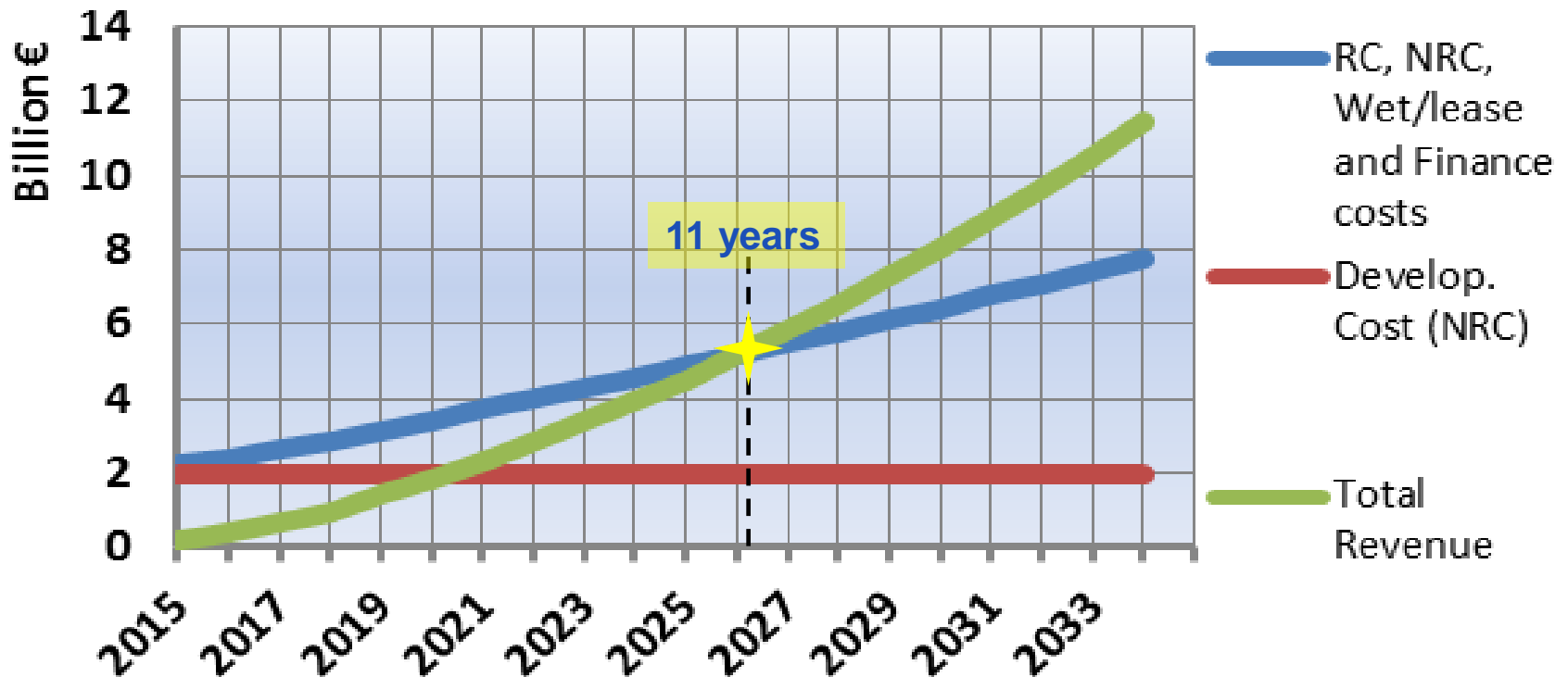
Development costs	2,00 B€	Revenues from vehicles sold ( <i>business jet</i> )	8,16 B€
Financing costs	0,84 B€	Revenues from vehicles in wet leasing ( <i>space tourism</i> )	3,36 B€
Production costs	4,48 B€		
Wet lease cost	0,47 B€		
<b>TOTAL COSTS</b>	<b>7,79 B€</b>	<b>TOTAL REVENUE</b>	<b>11,52 B€</b>

**Primo Margine Operativo = EBITDA\* = 3.73 B€ su 20 anni**

\*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization

Fonte: Trans-Tech

### Break Even Point for the manufacturer

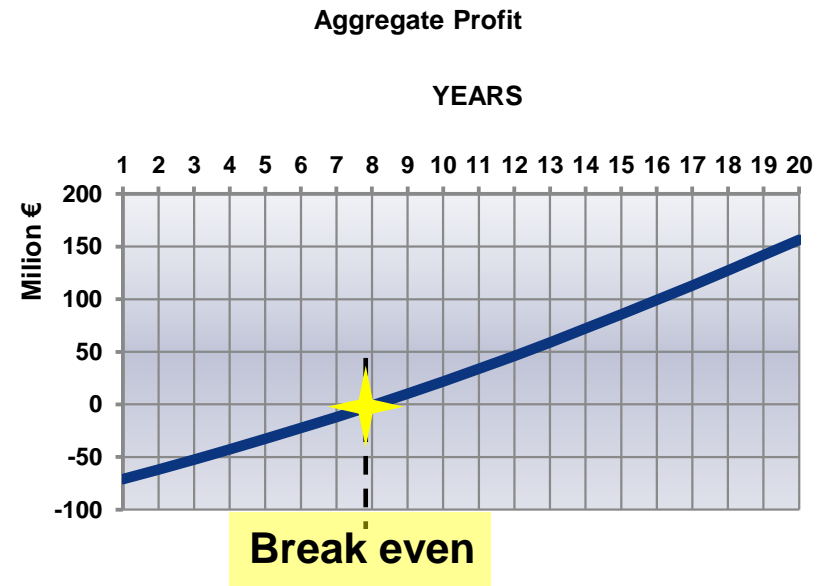
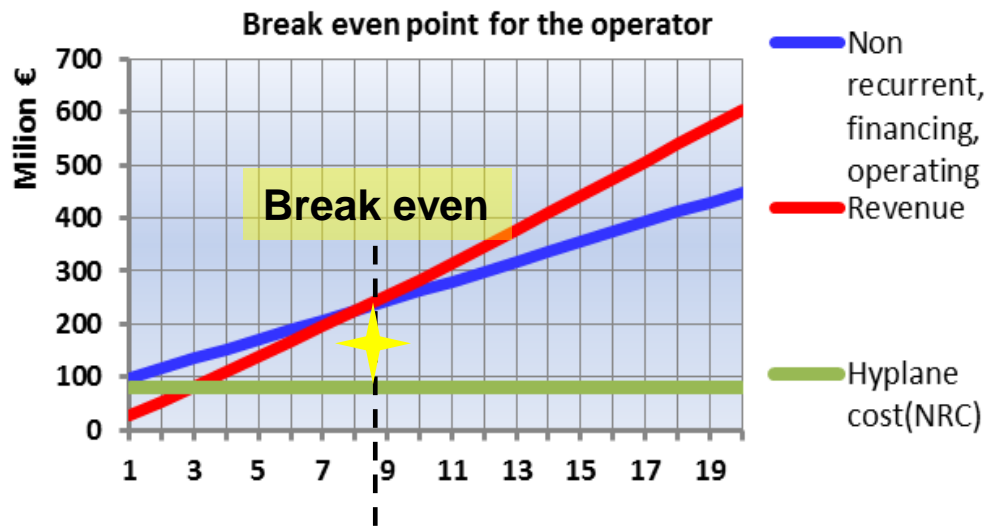


Fonte: Trans-Tech

# HBJ ASPETTI ECONOMICI

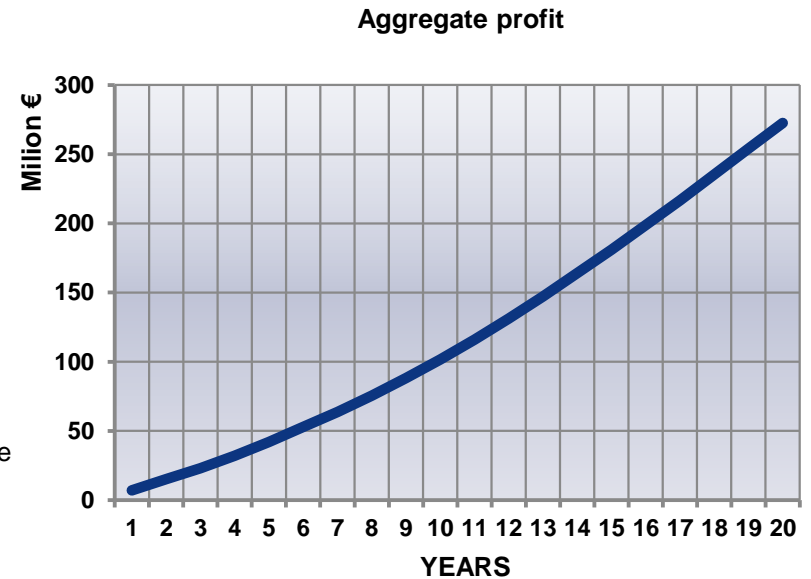
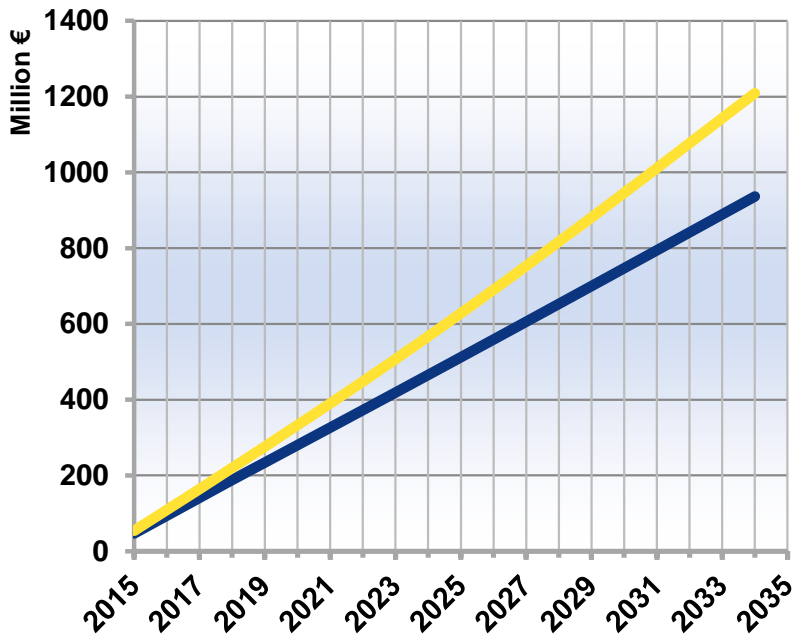
## IL PUNTO DI VISTA DELL' OPERATORE P2P

- ❖ Prezzo del biglietto **10.000 €** (con profitto del 45%)
- ❖ Break even point **a 8 anni**
- ❖ Profitto aggregato **150 M€**



Fonte: Trans-Tech

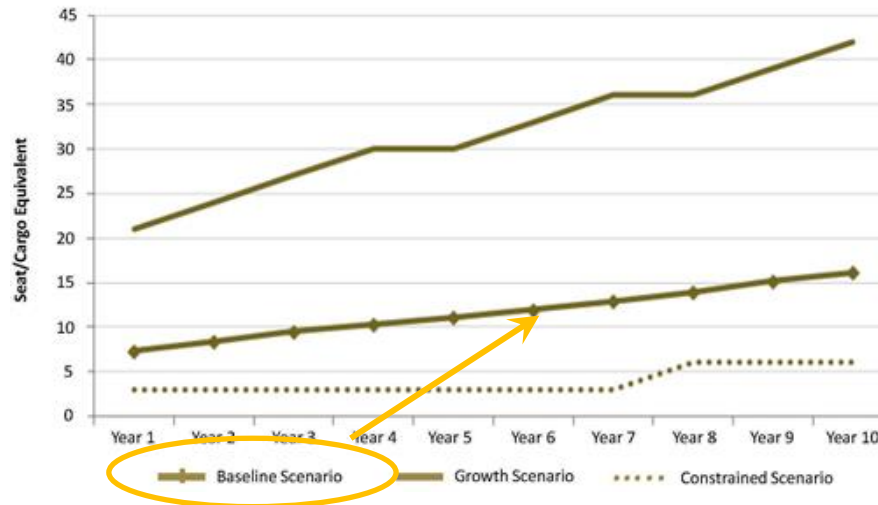
- Prezzo del biglietto **50.000 €** (con profitto del 38%)
- Break even point: non applicabile
- Profitto aggregato **270 M€**



Fonte: Trans-Tech

## ALTRI IMPIEGHI COMMERCIALI SERVIZI SPAZIALI

La comunità «dei satelliti» è orientata ad ipotizzare l'uso di velivoli ipersonici suborbitali per **lancio in orbita di satelliti** molto piccoli (<10 kg)

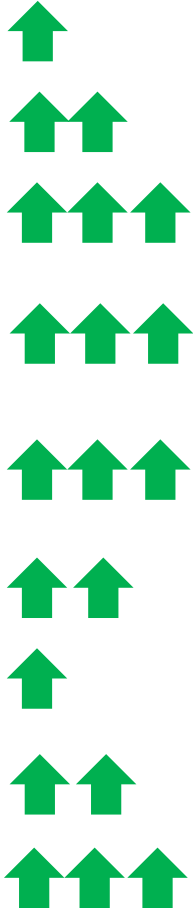


Previsione di utilizzo di sistemi ipersonici suborbitali per Messa in Orbita di Satelliti (Fonte: **The Tauri Group**)

**Osservazione della terra** → al momento è un mercato trascurabile  
**Media e Relazioni Pubbliche** → < 10 posti/anno di media  
**Addestramento Piloti e Astronauti** → 20-25 posti/anno di media

Gli utilizzi di tipo scientifico che si prospettano in un futuro di medio periodo, e relativi **livelli di interesse**, sono:

- ❖ **Test in volo** e sviluppo di sistemi e tecnologie aerospaziali
- ❖ Sperimentazione in volo in ambito **aerodinamica ipersonica**
- ❖ Sperimentazione in volo in ambito **propulsion** (razzi, ram/scramjet, ...)
- ❖ Sperimentazione in volo in ambito **aerostrutture** (hot structures, materiali, aspetti affidabilistici, health monitoring & management)
- ❖ **Caratterizzazione sistematica dell'atmosfera** nella fascia tra 70 e 100 km di quota
- ❖ Sperimentazione in **micro e bassa gravità** suborbitale
- ❖ Test in volo e sviluppo di sistemi e tecnologie in **astronomia**
- ❖ Ricerca in ambito **Osservazione della Terra**
- ❖ **Formazione**



Lo studio che è stato trovato più omogeneo e generale è quello del **Tauri Group**, preso perciò a riferimento.

Per omogeneizzare necessità molto diverse a seconda del campo specifico, è stato introdotto il parametro "**seat/cargo equivalent**":

One seat/cargo equivalent can equal =	1 seat
	3 1/3 lockers



# MATRICE DI CORRELAZIONE

Sperimentazione in volo - aerodinamica	Ricerca di Base e Applicata
Sperimentazione in volo - propulsione	
Sperimentazione in volo - aerostrutture	
Caratterizzazione dell'atmosfera	
Sperimentazione in micro e bassa gravità	
Ricerca sull'Uomo	
Osservazione della Terra	
Test in volo e sviluppo di sistemi e tecnologie aerospaziali	Tecnologia Aerospaziale e Dimostrazione in Volo
Test in volo e sviluppo di sistemi e tecnologie in astronomia	
Formazione	

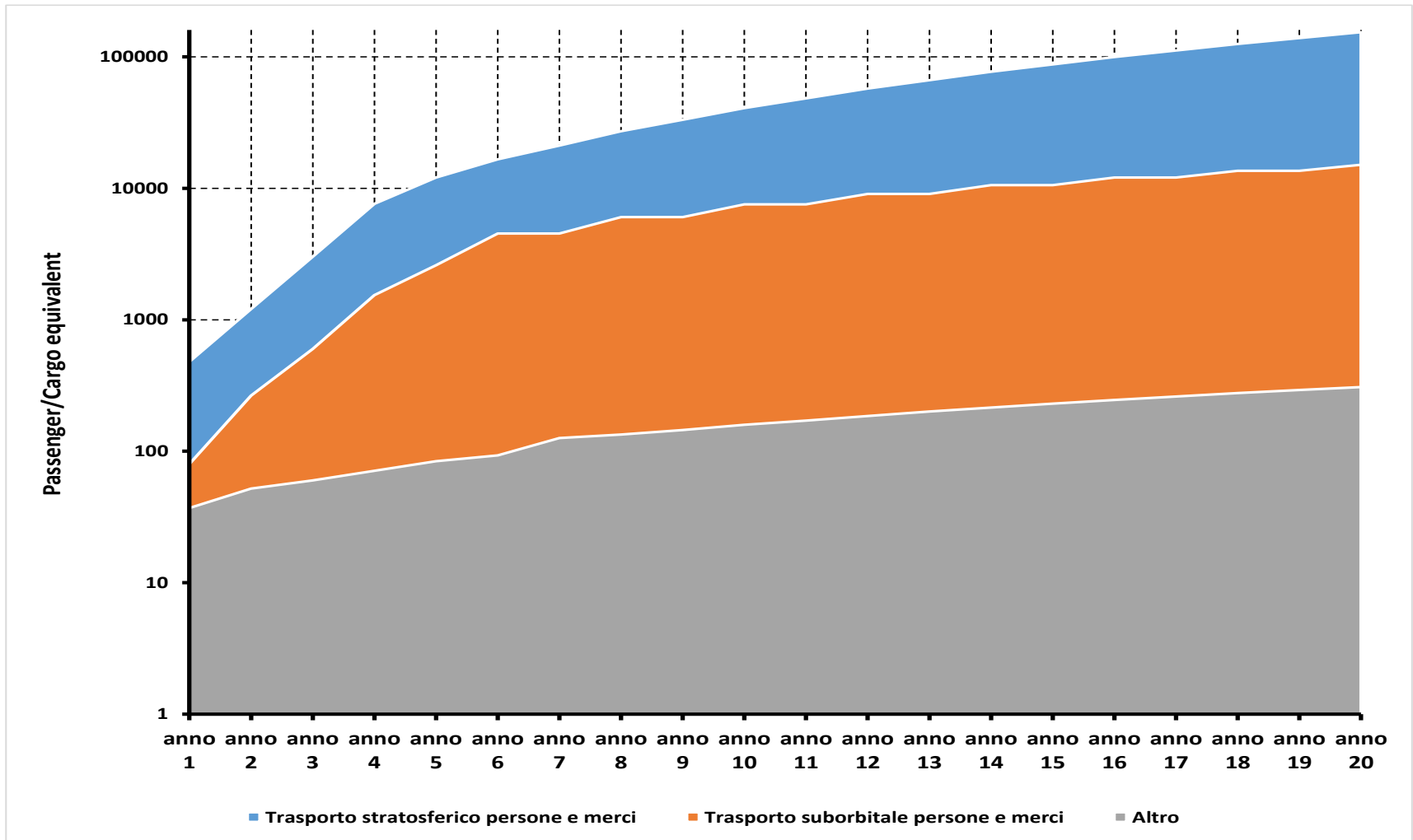
Caratteristiche dei sistemi ipersonici suborbitali più interessanti:

- ❖ **accesso all'ambiente spazio** → scienza spaziale
- ❖ **accesso alla microgravità** → ricerca biologica e fisica
- ❖ **attraversamento dell'alta atmosfera** → scienza della terra
- ❖ **accesso di persone diverse soggette a accelerazione e decelerazione rapida** → ricerca umana

# TECNOLOGIA AEROSPAZIALE E DIMOSTRAZIONE IN VOLO

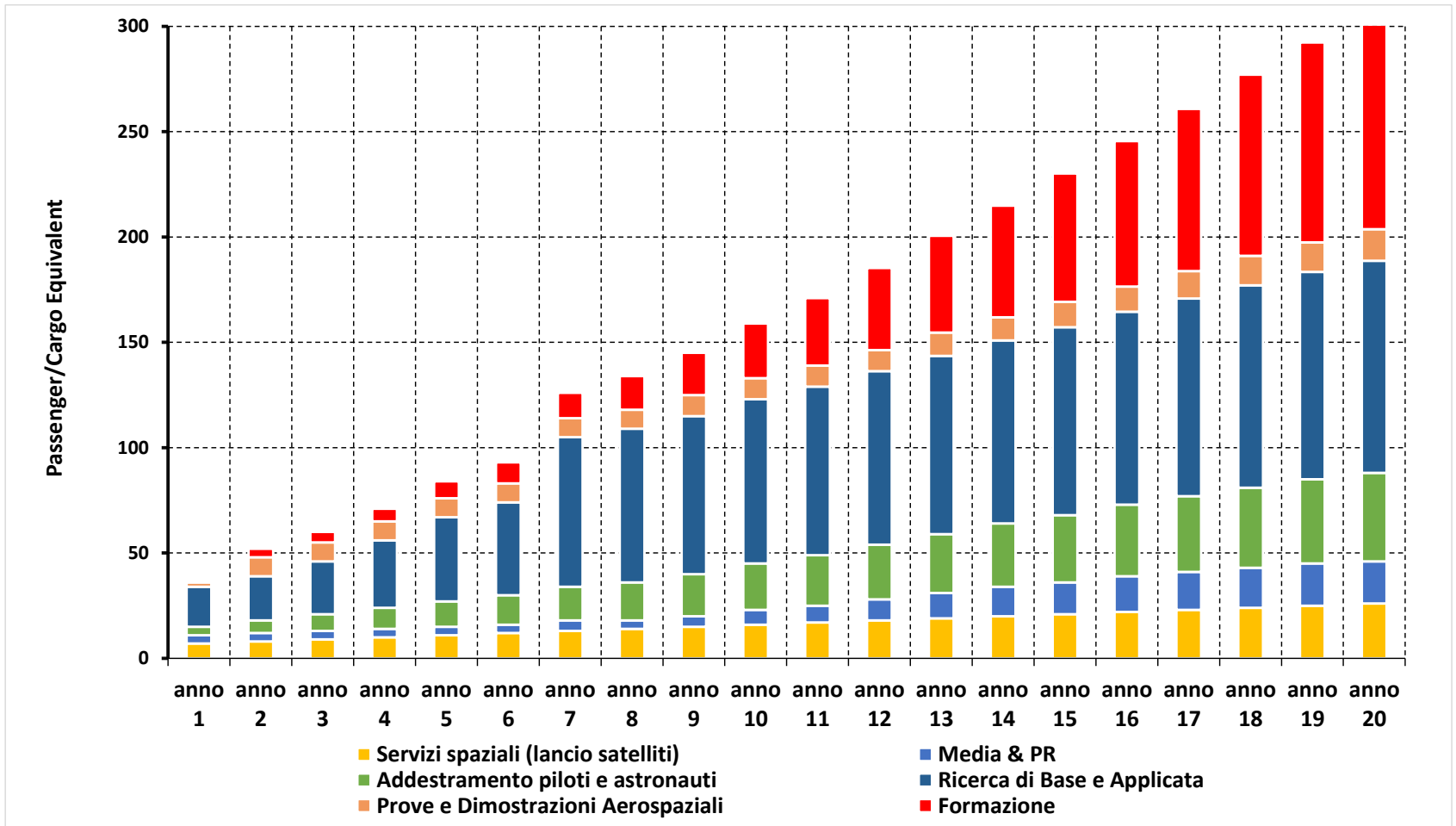
Environment Platform	Micro-gravity	Radiation	Thermal	Vacuum	Vibration	Aero-dynamics	Altitude	Launch Loads	Human Factors
SRV	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓
Sounding Rocket	✓			✓	✓	✓	✓	✓	
Balloon								✓	
Aircraft	✓					✓			✓
Drop Tower	✓			✓					
Terrestrial Facilities		✓	✓	✓	✓	✓			✓
Orbital Systems	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sample Tests	pumps, turbines, hydraulics	shielding, electronic communications	heat pipes, ablatives	valves, materials	structures, propellant systems	airframes, control surfaces	sensors	composites	suits, control panels

# STIMA MERCATO COMPLESSIVO



Fonte: vari

# STIMA MERCATO COMPLESSIVO



- Settore di grande **interesse strategico** per l'Italia, che ha una lunga storia di pionierismo e di capacità industriali
- Occorre essere **preparati alla competizione mondiale** che si svilupperà nei prossimi anni
- Questo mercato offrire nuove opportunità da **Tier 1 e 2** alle aziende del settore dell'Aeronautica e Trasporto Aereo
- Questo mercato può anche offrire **leadership** alle aziende dell'aviazione generale/business per **nuovi velivoli ipersonici di piccole dimensioni**.
- L'Italia può inoltre sviluppare il suo «piccolo» comparto di **servizi** di messa in orbita con business jet puntando ad un ruolo rilevante sullo scenario internazionale

- **Interesse strategico** sulla base delle competenze di università e centri ricerca, in stretta connessione con il quadro Commerciale
- Lo sviluppo di un settore ipersonico nazionale non potrà che essere associato alla disponibilità di **uno strumento di test scientifico e tecnologico**
- Questa capacità integrerà e completerà le infrastrutture di ricerca oggi esistenti, sviluppate sostanzialmente in ambito spaziale (CIRA, Poligoni, ALTEC, varie univ., ...)
- Il ruolo oggi di fatto acquisito di **leader europeo** in ambito tecnologie del rientro sarà **consolidato** con una piccola piattaforma volante ipersonica stratosferica e suborbitale.

## CONCLUSIONI

- Settore certamente di nicchia, ma con **chiare prospettive di sviluppo**, sia in ambito scientifico ma soprattutto in ambito commerciale
- A regime (nel giro di 20 anni):
  - **150.000** posti/anno per il volo ipersonico P2P
  - **15.000** posti/anno per il turismo suborbitale
  - **300** posti equivalenti/anno per gli impieghi scientifici
- La dimensione di nicchia supporta lo sviluppo di **velivoli ipersonici di piccola taglia**, da **6-10 posti**. Il volo ipersonico di linea con velivoli da 50-100 posti è del tutto prematuro.





# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

# Slides di backup

## STIMA MERCATO HCA

Ci sono due categorie di possibili passeggeri commerciali del trasporto ipersonico punto-punto che viaggeranno con uno scopo preciso:

- il **viaggiatore d'affari**, il cui biglietto è pagato dall'organizzazione di appartenenza, e il business a destinazione si presume essere il motivo per il viaggio
- il **viaggiatore ricco**, che paga il biglietto di tasca sua, qualunque sia la ragione per raggiungere la destinazione

## POTENZIALI ACQUIRENTI HBJ

**Società comproprietarie:** la quota corrisponde ad una determinata quantità di ore di volo (sulle 800 ore di volo disponibili all'anno). In generale, i proprietari pagano un canone mensile a società terza per manutenzione e gestione

**Governi:** per ragioni di risparmio di tempo e di prestigio

**Privati:** per ragioni di prestigio e per viaggi di piacere. L'efficienza o il costo del velivolo non è parametro primario

**Società multinazionali:** per ridurre il tempo di trasporto dei manager con accesso più diretto ai siti delle aziende (disponibilità di 5000 aeroporti anche di piccole dimensioni, rispetto ai 600 utili per l'aviazione commerciale). Inoltre, utilizzo per incontri durante i voli, prestigio.

# HBJ ASPETTI ECONOMICI

## IL PUNTO DI VISTA DELL' OPERATORE P2P

- ❖ Vita operative del velivolo: **20** anni
- ❖ Frequenza media di volo: **2** al giorno
- ❖ Rateo medio di oppucazione: **80%** (5 posti su 6)
- ❖ Giorni operativi medi annui: **300** (con aumento negli anni)

Variable operating costs per flight		Fixed operating costs	
<b>Fuel and oil</b>	€16000	Annual insurance costs: hull + liability insurance	€200000
<b>Flight crew</b>	€2500	Annual Hangar expenses	€77000
<b>Labor and part expenses</b>	€2000	Annual Office expenses	€10000
<b>Passenger services</b>	€1000	Annual maintenance	€300000
<b>Other consumables (10% of fuel)</b>	€1600	Marketing and commercial costs	€600000
<b>Others:</b> - fees for air navigation, landing, parking, handling, airport	€2600	<b>Total per year</b>	<b>€1,187 million</b>
<b>Total per flight</b>	<b>€25700</b>	<b>Total per flight</b>	<b>€1978</b>

**Costo per volo = 27678 € ; Costo per passeggero = ~5500 €**

- ❖ Vita operative del velivolo: **20** anni
- ❖ Frequenza media di volo: **1** al giorno
- ❖ Rateo medio di oppucazione: **80%** (5 posti su 6)
- ❖ Giorni operativi medi annui: **300** (con aumento negli anni)

COSTS AND REVENUES FOR 1 VEHICLE OPERATED	
Wet lease contract per year	€30M
Operating costs per flight: fuel, airport fees and taxes	€22856 (fuel cost) + €5000(fees and taxes) = €27856
Yearly marketing and commercial costs	€600000 per year
Yearly office expenses	€10000 per year
Cost for participants training program (per flight)	€25000 (€5000 per participant)
<b>Total cost per flight</b>	<b>€155000</b>

**Costo per volo = 155000 € ; Costo per passeggero = 31500 €**

Source: Trans-Tech

# STIMA MERCATO COMPLESSIVO

		anno 1	anno 2	anno 3	anno 4	anno 5	anno 6	anno 7	anno 8	anno 9	anno 10	anno 11	anno 12	anno 13	anno 14	anno 15	anno 16	anno 17	anno 18	anno 19	anno 20
Impieghi Commerciali	Trasporto stratosferico persone e merci	480	1208	3020	7620	12080	16610	21140	27180	33220	40770	48320	57380	66440	77010	87580	99660	111740	125330	138920	154020
	Trasporto suborbitale persone e merci	0	120	750	2000	3020	4530	4530	6040	6040	7550	7550	9060	9060	10570	10570	12080	12080	13590	13590	15100
	Servizi spaziali (lancio satelliti)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Media & PR	4	4	4	4	4	4	5	4	5	7	8	10	12	14	15	17	18	19	20	20
	Addestramento piloti e astronauti	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
Impieghi Scientifici	Speriment. in volo - aerodinamica	Ricerca di Base e Applicata	21	25	32	40	44	71	73	75	78	80	82	85	87	89	92	94	96	98	101
	Speriment. in volo - propulsione																				
	Speriment. in volo - aerostutture																				
	Caratterizzazione atmosfera																				
	Sperimentazione in microg																				
	Ricerca sull'Uomo																				
	Osservazione della terra																				
	Test in volo sistemi e tecn aerospaziali	Prove e Dimostrazioni Aerospaziali	2	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	13	14	14	15
	Test in volo sistemi e tecn astronomia																				
	Formazione	1	4	5	6	8	10	12	16	20	26	32	39	46	53	61	69	77	86	95	104
<b>TOTALE (seat/cargo equivalent)</b>		<b>517</b>	<b>1500</b>	<b>3830</b>	<b>9691</b>	<b>15184</b>	<b>21233</b>	<b>25796</b>	<b>33354</b>	<b>39405</b>	<b>48479</b>	<b>56041</b>	<b>66625</b>	<b>75701</b>	<b>87795</b>	<b>98380</b>	<b>111986</b>	<b>124081</b>	<b>139197</b>	<b>152802</b>	<b>169428</b>

Fonte: vari