

Voli suborbitali: implicazioni economiche e opportunità per le imprese operanti nell'industria del turismo spaziale.

Prof. Alfonsoluca Adinolfi

RELATORE

Francesco Cocchi Matr. 307871

CANDIDATO

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	5
1. SPACE TOURISM: DALL'ORBITAL SPACE TOURISM AL SUBORBITAL SPACE TOURISM	8
1.1. COSA SI INTENDE CON SPACE TOURISM.....	8
1.2. BREVE STORIA DELLO SPACE TOURISM	10
1.3. ORBITAL SPACE TOURISM (OST) E SUBORBITAL SPACE TOURISM (SST).....	12
1.4. DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI FINALITÀ E TIPOLOGIE DI VOLO SUBORBITALE 16	
1.5. COME AVVIENE L'ESPERIENZA DI VOLO: BREVE DESCRIZIONE DELLE TRE FASI PRINCIPALI.....	19
1.6. INQUADRAMENTO GIURIDICO DEI VOLI SUBORBITALI	21
1.7. REQUISITI PARTECIPATIVI AI VOLI SUBORBITALI.....	24
2. ANALISI QUALITATIVE E QUANTITATIVE DELL'INDUSTRY TRAMITE ANALISI PESTEL E 5 FORZE DI PORTER.....	26
2.1. DATI E MARKET SURVEYS NELL'AMBITO DELLO SPACE TOURISM	26
2.2. ANALISI DEI FATTORI POLITICI	35
2.3. ANALISI DEI FATTORI ECONOMICI	38
2.4. ANALISI DEI FATTORI SOCIALI.....	40
2.5. ANALISI DEI FATTORI TECNOLOGICI.....	43
2.6. ANALISI DEI FATTORI AMBIENTALI.....	44
2.7. ANALISI DEI FATTORI LEGALI	45
2.8. ANALISI DEI PLAYER PRINCIPALI E DELLA CONCORRENZA TRAMITE LE 5 FORZE DI PORTER	48
3. CASE STUDY: VIRGIN GALACTIC E LO SPAZIOPORTO DI GROTTAGLIE 59	
3.1. STORIA DI VIRGIN GALACTIC	59
3.2. ANALISI SWOT	61
3.2.1 STRENGTHS.....	62
3.2.2 WEAKNESSES	65

3.2.3 OPPORTUNITIES	67
3.2.4 THREATS.....	68
3.3. BUSINESS MODEL E PROSPETTIVE FUTURE	72
3.4. SPAZIOPORTO DI GROTTAGLIE.....	75
3.5. COLLABORAZIONE TRA VIRGIN GALACTIC E L'ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE (ENAC)	77
3.6. ANALISI QUANTITATIVA DELLA PERCEZIONE DEL BRAND VIRGIN GALACTIC....	78
3.6.1 ANALISI DEL SENTIMENT CON BING LEXICON.....	79
3.6.2 ANALISI DELLE EMOZIONI CON NRC LEXICON	81
3.6.3 ANALISI DEI CLUSTER TESTUALI CON PCA E K-MEANS	82
3.6.4 CONCLUSIONI DELL'ANALISI QUANTITATIVA	84
CONCLUSIONI.....	86
BIBLIOGRAFIA	88
SITOGRAFIA.....	91
CODICE R	93

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Fonte: SpaceX principali mete del turismo spaziale.....	9
Figura 2 Traiettorie orbitale e suborbitale a confronto	16
Figura 3 Flight plan of New Shepard System	21
Figura 4 Fatturato globale dell'economia spaziale dal 2009 al 2023 (in miliardi di dollari statunitensi).....	26
Figura 5 Crescita prevista dell'economia spaziale globale e dei suoi segmenti “Backbone” e “Reach” nel periodo 2023–2035. McKinsey & Company and World Economic Forum (2024).	27
Figura 6 Dimensioni del mercato del turismo spaziale suborbitale nel 2021 e previsione per il 2031, per tipologia di veicolo (in milioni di dollari).	31
Figura 7 Distribuzione geografica degli investimenti in startup spaziali nel 2022, per paese.	32

Figura 8 Rappresentazione sintetica dell'analisi PESTEL applicata al contesto del volo suborbitale commerciale	47
Figura 9 Provenienza finanziamenti startup spaziali.....	50
Figura 10 Principali player operanti in ambito space tourism	53
Figura 11 Mappatura delle principali aziende operanti nel settore del turismo spaziale, suddivise per segmento di mercato e attività svolte.....	54
Figura 12 Rappresentazione sintetica dell'analisi delle 5 Forze di Porter nel settore del turismo spaziale.....	57
Figura 13 Confronto tra Virgin Galactic, Blue Origin e SpaceX nel contesto del turismo spaziale.....	58
Figura 14 Analisi SWOT di Virgin Galactic nel settore del turismo spaziale	71
Figura 15 Schema del Business Model Canvas di Virgin Galactic.....	74
Figura 16 Analisi del sentiment nei commenti Instagram (Bing Lexicon).....	80
Figura 17 Distribuzione delle emozioni nei commenti Instagram (NRC Lexicon)	82
Figura 18 Distribuzione completa dei cluster dei commenti.....	83
Figura 19 Dettaglio del cluster centrale dei commenti (Cluster 3)	84

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, con l'emergere della cosiddetta *New Space Economy*, lo spazio ha iniziato ad acquisire una rilevante dimensione commerciale, affiancando alla tradizionale centralità delle agenzie governative una crescente partecipazione del settore privato. In questo scenario, il turismo spaziale, ed in particolare il segmento dei voli suborbitali, si afferma come una delle frontiere più affascinanti del consumo esperienziale.

L'ingresso nel settore di attori come Virgin Galactic, Blue Origin e SpaceX ha contribuito a ridefinire la percezione dello spazio: da dominio esclusivo della ricerca scientifica a nuova frontiera turistica per passeggeri civili disposti a pagare cifre elevate pur di vivere l'emozione di un volo oltre l'atmosfera terrestre.

Tale evoluzione rappresenta non solo un cambiamento significativo per l'industria turistica e per l'economia globale, ma anche un vero e proprio cambio di paradigma nelle logiche di sviluppo dei mercati ad elevato contenuto tecnologico e simbolico. Di conseguenza, analizzare questo fenomeno significa cogliere non soltanto l'emergere di un nuovo segmento turistico, ma anche le complesse sfide e le opportunità che accompagnano l'avvio della commercializzazione dello spazio.

Nonostante il forte entusiasmo mediatico ed i rapidi progressi tecnologici, il turismo spaziale suborbitale solleva ancora numerosi interrogativi di natura economica, operativa e sociale. Restano infatti da chiarire aspetti cruciali quali la sostenibilità economica di questo nuovo mercato, la solidità della domanda da parte dei potenziali clienti e la capacità delle imprese coinvolte di superare barriere tecnologiche, regolatorie e finanziarie, senza trascurare le possibili implicazioni ambientali e sociali legate ad una futura diffusione del fenomeno.

In quest'ottica, il presente elaborato si propone di analizzare in modo critico il fenomeno del turismo spaziale suborbitale, approfondendone la configurazione attuale, le prospettive future e le principali implicazioni economiche, con l'obiettivo di valutare se tale settore possa realmente evolvere in un'attività economicamente sostenibile nel lungo

termine oppure se sia destinato a rimanere una nicchia esclusiva riservata ad una cerchia ristretta di individui particolarmente facoltosi.

L'obiettivo, quindi, è fornire una visione chiara del settore, evidenziando i fattori che ne favoriscono lo sviluppo e gli ostacoli che ne limitano l'espansione, contribuendo, attraverso modelli teorici, fonti autorevoli ed analisi quantitative di carattere empirico, alla comprensione di un mercato ancora emergente ma con il potenziale di influenzare profondamente il futuro dell'industria turistica e spaziale.

Dal punto di vista metodologico, l'analisi condotta si basa su un approccio prevalentemente qualitativo, arricchito dall'impiego di dati, report settoriali, nonché da un'analisi quantitativa riferita ad una specifica azienda operante nel settore del turismo spaziale, con l'obiettivo di contestualizzare le dinamiche economiche attualmente in atto. In particolare, saranno adottati strumenti teorici quali l'analisi PESTEL, il modello delle cinque forze di Porter e l'analisi SWOT, applicata al caso studio su Virgin Galactic. La ricerca si avvale inoltre di dati e documentazioni provenienti da aziende *leader* nel settore, enti regolatori e organizzazioni internazionali. L'obiettivo è quello di integrare la riflessione teorica con l'analisi dei dati disponibili, al fine di offrire una valutazione completa delle condizioni che potrebbero favorire o ostacolare l'evoluzione del turismo spaziale suborbitale.

La tesi si articola in tre capitoli.

Il primo capitolo offre un inquadramento generale del turismo spaziale, distinguendo tra voli orbitali e suborbitali, con un focus specifico sul *suborbital space tourism*. Dopo una panoramica storica e tecnica, vengono esaminate le diverse finalità dei voli, le principali fasi dell'esperienza a bordo su due tipologie di velivoli che presentano tecnologie diverse, il relativo contesto normativo ed i requisiti richiesti ai partecipanti.

Il secondo capitolo è dedicato all'analisi del settore dal punto di vista qualitativo e quantitativo, attraverso l'approfondimento dei principali fattori che influenzano l'evoluzione del mercato e la struttura concorrenziale dell'industria, utilizzando i *framework* teorici sopracitati.

Il terzo capitolo è dedicato all'approfondimento del *case study* relativo a Virgin Galactic, analizzandone l'evoluzione storica, il modello di *business* e le prospettive di sviluppo, ponendo particolare attenzione alla collaborazione instaurata con l'Ente Nazionale Aviazione Civile (ENAC) e sul ruolo strategico dello Spazioporto di Grottaglie come infrastruttura italiana potenzialmente coinvolta nelle future operazioni suborbitali della compagnia. La parte finale del capitolo presenta un'analisi empirica della percezione del *brand* Virgin Galactic sui *social media*, condotta a partire da un campione di commenti pubblicati su Instagram in occasione di un evento chiave per la compagnia. L'indagine, realizzata mediante l'utilizzo del linguaggio di programmazione R, ha incluso diverse fasi di elaborazione testuale e analisi automatizzata, tra cui l'esame del *sentiment*, delle emozioni prevalenti e la successiva segmentazione dei commenti in gruppi omogenei tramite tecniche di *clustering*.

1. SPACE TOURISM: DALL'ORBITAL SPACE TOURISM AL SUBORBITAL SPACE TOURISM

1.1. COSA SI INTENDE CON SPACE TOURISM

Il termine *space tourism*¹ fa riferimento a viaggi spaziali effettuati da privati cittadini per scopi ricreativi, piuttosto che per esigenze scientifiche o militari. A differenza delle tradizionali missioni spaziali condotte da astronauti professionisti nell'ambito di programmi governativi, il turismo spaziale mira a rendere lo spazio accessibile ad un pubblico più ampio, grazie allo sviluppo di tecnologie e infrastrutture che consentano viaggi commerciali oltre l'atmosfera terrestre.

Questa nuova frontiera dell'esplorazione spaziale è divenuta possibile grazie all'iniziativa di aziende private, soprattutto americane, che hanno sviluppato veicoli aerospaziali in grado di trasportare persone comuni oltre i confini dell'atmosfera.

I voli afferenti al concetto di turismo spaziale possono essere suddivisi in tre principali macrocategorie:

1. Voli suborbitali: costituiscono viaggi che raggiungono il confine dello spazio, generalmente identificato con la Linea di Kármán, linea di demarcazione immaginaria posta 100 km al di sopra del livello del mare. Tale tipologia di volo permette ai passeggeri di sperimentare l'assenza di gravità per pochi minuti prima di rientrare sulla Terra.
2. Voli orbitali: missioni che trasportano i turisti in orbita terrestre, permettendo loro di sperimentare un soggiorno prolungato nello spazio. A seconda della durata e delle caratteristiche del volo, i partecipanti possono orbitare attorno alla Terra per alcune ore o addirittura per qualche giorno, con la possibilità di soggiornare a

¹ Treccani – turismo spaziale: *loc. s.le m.* Viaggio di diporto con voli interplanetari

bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) e vivere un'esperienza simile a quella degli astronauti professionisti.

3. Voli interplanetari: comprendono destinazioni planetarie poste al di fuori dell'orbita terrestre come, per esempio, Marte o la Luna. I viaggi verso queste mete, che sono le principali sponsorizzate sulle pagine web degli attuali attori chiave dell'*Industry* aerospaziale, non sono ad oggi raggiungibili trovandosi ancora in una fase embrionale, ma sono già stati portati avanti numerosi progetti per creare infrastrutture e veicoli che siano in grado di trasportare civili nello spazio profondo.

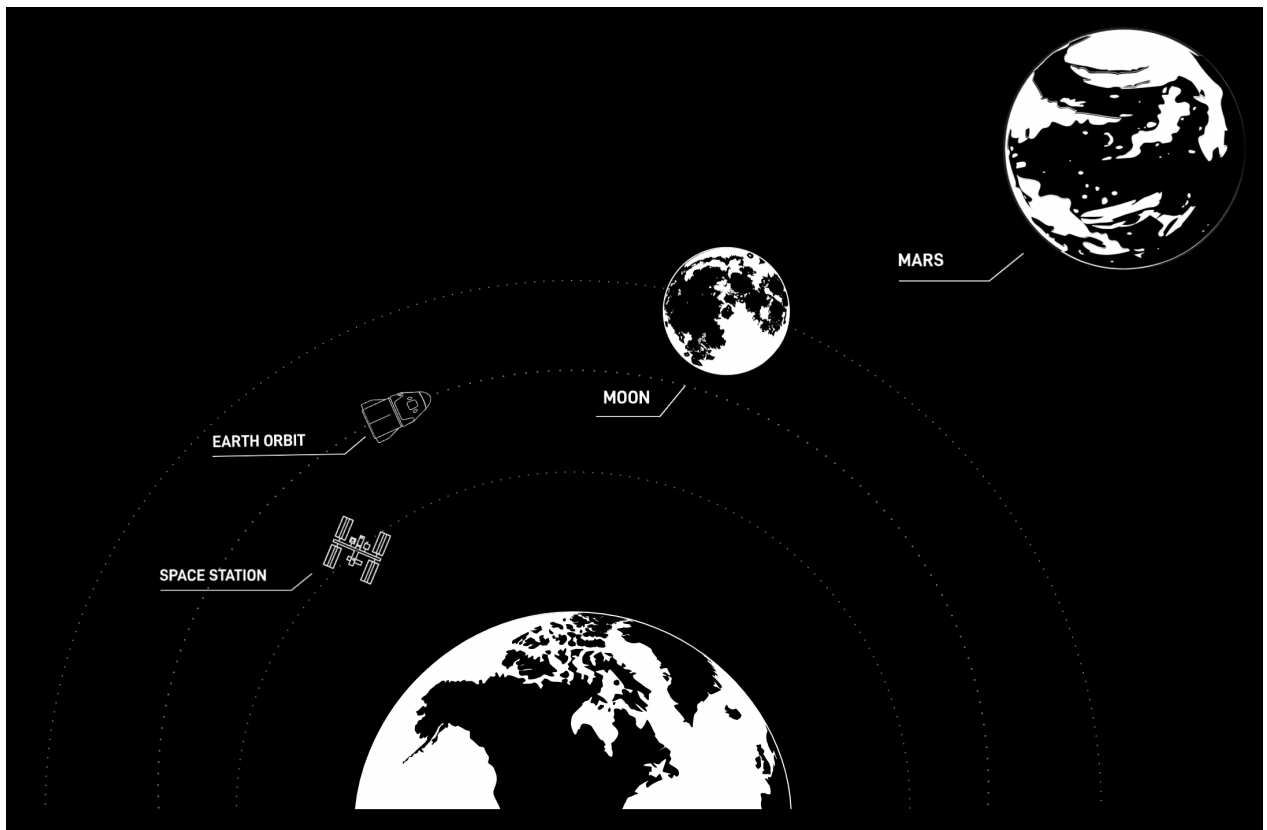


Figura 1 Fonte: SpaceX principali mete del turismo spaziale

Oltre alle tipologie di voli che costituiscono turismo spaziale a tutti gli effetti, bisogna inoltre considerare, ma non confondere con il concetto di *space tourism* in senso stretto, il fenomeno dello *stratospheric balloon tourism*, noto anche come *balloon space tourism*.

Il turismo spaziale con palloni è un'esperienza che porta i passeggeri ad altitudini molto elevate, fino a circa 30-40 km sopra la Terra, nell'area della stratosfera. Sebbene non raggiunga lo spazio vero e proprio, rimanendo entro i 100 km individuati dalla Linea di Kármán, tale esperienza offre una vista spettacolare della curvatura della Terra e la sperimentazione di sensazioni associate alla microgravità. I voli sono effettuati con palloni gonfiabili che sollevano una capsula con i turisti, garantendo una vista panoramica attraverso ampie finestre. Attualmente esistono già aziende operative come Space Perspective e World View Enterprises che offrono questa tipologia di esperienza dalla durata di 2-3 ore ad un prezzo pari a 125.000 dollari.

1.2. BREVE STORIA DELLO SPACE TOURISM

Il turismo spaziale affonda le proprie radici nell'intenso sviluppo della tecnologia spaziale che ha avuto luogo durante la Guerra Fredda; dunque, risulta necessario prendere brevemente in esame l'evoluzione storica dell'esplorazione spaziale, così da poter analizzare successivamente la situazione attuale e le possibili traiettorie future della stessa.

L'esplorazione dello spazio, intesa come l'attività di ricerca e di indagine dello spazio esterno alla Terra, ha avuto inizio con il lancio dei primi razzi artificiali negli anni '50. A partire da questi anni, la competizione tra Stati Uniti e Unione Sovietica ha caratterizzato il periodo iniziale della cosiddetta "corsa allo spazio", culminando con il lancio dello Sputnik 1² da parte dei sovietici nel 1957. Questo evento ha difatti segnato l'inizio dell'era spaziale e della "guerra spaziale", locuzione ampiamente utilizzata da giornalisti e intellettuali del periodo a sottolineare l'accesa rivalità fra le due superpotenze mondiali.

Qualche anno più tardi, nel 1961, il cosmonauta Yuri Gagarin diventò il primo essere umano a viaggiare nello spazio a bordo della navetta Vostok 1, un'impresa che segnò un grande successo per l'Unione Sovietica. Soltanto pochi anni dopo, nel 1969, gli Stati Uniti

² Il primo satellite artificiale a orbitare intorno alla Terra

raggiunsero un traguardo epocale grazie alla missione Apollo 11, con Neil Armstrong e Buzz Aldrin che divennero i primi esseri umani a camminare sulla superficie lunare.

Dagli anni '70 l'esplorazione spaziale si è orientata anche verso i pianeti del sistema solare. Le missioni spaziali si sono estese a Marte, Venere, Giove e altri corpi celesti, con l'invio di sonde e veicoli spaziali che hanno fornito informazioni cruciali per lo studio della geologia planetaria, della composizione atmosferica e della possibilità di vita su altri mondi.

L'era moderna dell'esplorazione spaziale è stata segnata dalla creazione di stazioni spaziali, come la Stazione Spaziale Internazionale (ISS), che hanno reso possibile la ricerca scientifica in condizioni di microgravità.

Nel XXI secolo, nuove opportunità attendono l'esplorazione spaziale, inclusi progetti per l'esplorazione di asteroidi, la colonizzazione di altri pianeti e la ricerca di forme di vita extraterrestri solo per citarne alcuni. Accanto a queste sfide, un ruolo sempre più rilevante è rappresentato dal turismo spaziale, che apre le porte a viaggi commerciali oltre l'atmosfera terrestre, ponendo non pochi interrogativi sulle implicazioni politiche, tecnologiche, economiche e ambientali di questa nuova frontiera.

L'era del turismo spaziale e della cosiddetta *New Space Economy* è ufficialmente iniziata nel 2001, anno in cui l'imprenditore e astronauta Dennis Tito, insieme ad un equipaggio composto da soli due cosmonauti russi, ha compiuto il primo volo ufficiale da turista spaziale. L'imprenditore statunitense è stato dunque il precursore del turismo spaziale, spendendo otto giorni a bordo della navicella Soyuz.

Dopo la brillante impresa organizzata da Space Adventures³, e costata al magnate statunitense la bellezza di 20 milioni di dollari, nel periodo 2002-2009 ci sono state altre sei persone⁴ che hanno provato la stessa esperienza. Nonostante la rapida espansione di questo nuovo mercato nella prima decade degli anni 2000, a partire dal 2009 si è registrata

³ Prima compagnia a offrire viaggi spaziali per privati, collaborando principalmente con l'agenzia spaziale russa Roscosmos.

⁴ In particolare, il sudafricano Mark Shuttleworth (2002), lo statunitense Gregory Olsen (2005), l'iraniana Anousheh Ansari (2006), l'ungherese Charles Simonyi (2007), l'anglo statunitense Richard Garriott (2008) e il canadese Guy Laliberté (2009).

una brusca interruzione del turismo spaziale, dal momento che, dopo il volo di Guy Laliberté nello stesso anno, la NASA ha aumentato la domanda di posti sulla Soyuz per trasportare gli astronauti alla ISS. Tale richiesta ha trovato giustificazione nel fatto che il performante Space Shuttle della compagnia americana è stato ritirato nel 2011, dopo aver svolto numerosi voli e portato a termine importanti missioni. Questa dinamica ha perciò reso impossibile vendere ulteriori biglietti ai privati, dal momento che la priorità è stata inevitabilmente concessa agli astronauti professionisti e alle loro missioni. Bisognerà aspettare solo il 2021 per rivedere protagonista il turismo spaziale; grazie, infatti, allo sviluppo del veicolo spaziale Crew Dragon Resilience, di proprietà di SpaceX e ad i velivoli offerti da diverse compagnie quali Blue Origin, Virgin Galactic e Axiom Space è stato possibile continuare lo svolgimento dell'attività di turismo spaziale.

1.3. ORBITAL SPACE TOURISM (OST) E SUBORBITAL SPACE TOURISM (SST)

A differenza dei voli suborbitali, per cui esiste una definizione ufficiale coniata dall'ICAO (International Civil Aviation Organization), non si può dire lo stesso sul versante dei voli orbitali. Nonostante ciò, essi sono comunemente conosciuti come una tipologia di volo in cui un veicolo spaziale, oltrepassando l'atmosfera terrestre, raggiunge e rimane in orbita attorno ad un corpo celeste.

A differenza del volo in atmosfera compiuto dagli aerei, in cui l'aria, passando sulla superficie superiore e inferiore del profilo alare genera la portanza (principale forza che permette all'aereo di librarsi in aria), il volo orbitale spaziale è governato unicamente dalla legge di gravitazione universale e dai principi dell'astrodinamica.

L'esperienza di volo orbitale, che varia in base all'offerta delle singole compagnie, è composta principalmente da cinque fasi di cui di seguito brevemente:

- Decollo o lancio: il veicolo spaziale viene lanciato dalla Terra, superando l'atmosfera per raggiungere l'altitudine necessaria per entrare in orbita. Durante

questa fase il razzo deve acquisire una velocità sufficiente per sfuggire alla gravità terrestre.

- Ascesa e ingresso in orbita: il veicolo continua a salire fino a raggiungere una velocità sufficiente per rimanere in orbita attorno alla Terra.
- Permanenza in orbita: una volta in orbita, il veicolo spaziale rimane in movimento continuo attorno alla Terra, sperimentando la cosiddetta microgravità. La durata di questa fase dipende dalla missione e può durare da poche ore ad alcuni giorni.
- Rientro atmosferico: quando la missione è completata, il veicolo deve rallentare per rientrare nell'atmosfera terrestre. Questo avviene attivando i motori per ridurre la velocità e abbassare di conseguenza l'altitudine.
- Atterraggio: il veicolo spaziale ritorna sulla Terra, atterrando in una zona designata.

Per quanto concerne l'ambito dei voli suborbitali, la definizione ufficiale dei suddetti viene fornita formalmente nel 2015 dal documento LC/36-WP/3-2⁵ rilasciato dall'ICAO. Con questa locuzione si fa riferimento ad un volo che *raggiunge quote molto elevate senza tuttavia comportare la messa in orbita del veicolo stesso*.

La destinazione, o meglio, l'altitudine perseguita dai voli suborbitali è la già citata Linea di Kármán, linea immaginaria posta a 100 km di altitudine dal livello del mare. Il viaggio, partendo dalla superficie terrestre, attraversa l'atmosfera fino a raggiungere l'immaginaria separazione tra aria e spazio. Oltre questa altitudine, un oggetto con sufficiente velocità potrebbe proseguire il suo viaggio e orbitare attorno alla Terra per compiere un volo orbitale, oppure potrebbe semplicemente ritornare sulla Terra senza completare alcuna orbita e realizzare un volo suborbitale.

La demarcazione dell'altitudine di 100 km come confine tra aria e spazio è stata esplicitamente stabilita dalla Fédération Aéronautique Internationale (FAI) e dall'Australian Space Activities Act nel 2002. Tuttavia, la questione di questa demarcazione ha suscitato intensi dibattiti non solo nelle comunità scientifiche, ma anche in sedi politiche e legali, poiché alcune istituzioni e stati quali NASA e Stati Uniti ritengono che il confine con lo spazio sia posto, invece, a circa 80 km sopra il livello del

⁵ <https://www.icao.int/Meetings/LC36/Working%20Papers/LC%2036%20-%20WP%203-2.en.pdf>

mare. Non esistendo un trattato universalmente riconosciuto e accettato a riguardo, dobbiamo considerare i due diversi metri di misura come convenzioni, piuttosto che come limiti ufficiali.

Il recente interesse di molte aziende operanti nel settore spaziale verso il volo suborbitale è dovuto principalmente all'Ansari X Prize, competizione spaziale organizzata dalla X Prize Foundation⁶ con lo scopo di incentivare lo sviluppo di un viaggio spaziale più economico. Il premio di dieci milioni di dollari sarebbe stato destinato alla prima compagnia non governativa capace di lanciare con successo una navetta spaziale riutilizzabile con equipaggio umano due volte nell'arco di due settimane. In particolare, i requisiti principali della competizione, a cui i gruppi partecipanti dovevano necessariamente sottostare erano tre:

- Il *team* doveva essere privato;
- Costruzione di una navetta spaziale riutilizzabile con equipaggio di tre persone, composto da un pilota e due passeggeri;
- Lancio della navetta spaziale per raggiungere la Linea di Kármán e ritornare due volte nell'arco di due settimane.

Il premio fu vinto il 4 ottobre 2004 dal velivolo SpaceShipOne (SS1) della compagnia Scaled Composites, 8 anni e 5 mesi dopo la sua fondazione; tale azienda per assicurarsi il premio investì oltre 100 milioni di dollari nel progetto.

Il volo dell'SS1 dimostrò che una piccola compagnia non governativa era effettivamente in grado di realizzare efficacemente un importante programma di volo spaziale suborbitale umano. Inoltre, stimolò lo sviluppo di molti veicoli spaziali riutilizzabili, noti come RSLV (Reusable Suborbital Launch Vehicle), almeno 2 in Europa e 5 negli Stati Uniti. In particolare, l'European Aeronautic Defence and Space (EADS), un'importante azienda aerospaziale europea che costruisce aerei commerciali e militari con sede a Tolosa realizzò nel 2007 un aereo spaziale di tipologia HTHL (Horizontal-Takeoff-Horizontal-Landing) in grado di trasportare quattro passeggeri fino ad un'altitudine di

⁶ Azienda statunitense con l'esplicita missione di "ispirare e dare potere all'umanità per raggiungere risultati straordinari che accelerino un futuro abbondante ed equo per tutti".

100 km. In Svizzera invece, la Swiss Space Systems (S3) aveva pianificato di sviluppare uno *shuttle* suborbitale chiamato SOAR per il lancio di piccoli satelliti, nonché per voli passeggeri intercontinentali “punto a punto” (P2P), ma tale azienda è stata dichiarata fallita nel dicembre 2016.

Sul versante statunitense in un primo momento erano cinque i principali sviluppatori di RSLV, ma con l’avanzare del tempo, sono rimasti solamente tre dei cinque originari grandi *player* in competizione sul mercato: Sierra Nevada Corporation (SNC), Virgin Galactic e Blue Origin.

Prima di analizzare le principali tipologie di volo suborbitale, risulta necessario comprendere visivamente le differenze, già parzialmente analizzate, fra le traiettorie di volo suborbitale e orbitale che condizionano inevitabilmente l’esperienza del turista. In figura 2 la curva blu rappresenta la superficie della Terra, la curva tratteggiata grigia è il limite di altitudine posto a 80 chilometri, mentre la curva rossa tratteggiata è la Linea di Kármán. In questo grafico la superficie della Terra passa per il centro ($X, Y = 0,0$) e il sistema di assi è di tipo dimetrico.

Il volo suborbitale in figura è un esempio di traiettoria che raggiunge appena la soglia degli 80 chilometri per tornare verso la superficie terrestre. La curva più grande rappresentata in nero è un’illustrazione di un lancio orbitale, che immagina una variazione di velocità ad un’altitudine di 350 chilometri che porta il razzo in un’orbita circolare.

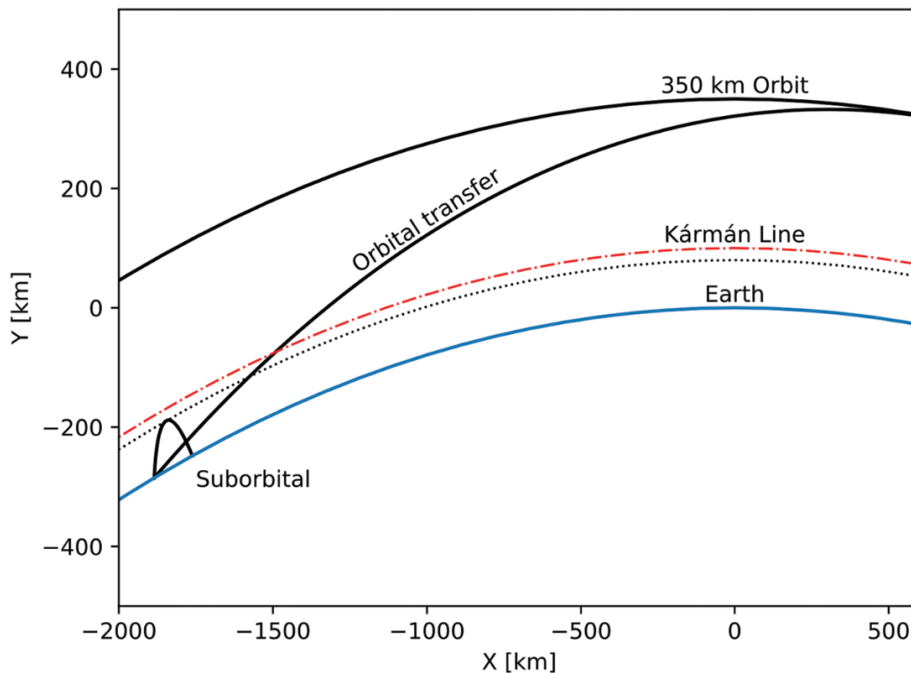


Figura 2 Traiettoria orbitale e suborbitale a confronto

1.4. DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI FINALITÀ E TIPOLOGIE DI VOLO SUBORBITALE

Il volo suborbitale trova applicazione in diversi ambiti, tra cui il turismo spaziale, la ricerca scientifica, le operazioni militari e il trasporto intercontinentale ad alta velocità. Il presente sotto capitolo fornisce un'analisi dettagliata sui principali impieghi a cui sono e saranno sempre più destinati tali tipologie di voli, con particolare attenzione sulle due diverse macro tipologie di veicoli esistenti.

In ambito scientifico, i voli suborbitali costituiscono una risorsa fondamentale, dal momento che permettono di condurre esperimenti in condizioni di microgravità e di accedere agli strati superiori dell'atmosfera. Essi sono principalmente utilizzati per testare nuovi materiali, studiare gli effetti dell'assenza di peso sui sistemi biologici e validare tecnologie destinate a future missioni spaziali. Le principali compagnie operanti nell'*Industry* aerospaziale come Virgin Galactic, Blue Origin e SpaceX sono attualmente già in grado, tramite l'offerta dei propri voli, di soddisfare le esigenze di scienziati e ricercatori, che rappresentano di fatto una buona fetta dell'attuale clientela. Altri velivoli

che, compiendo traiettorie suborbitali, vengono utilizzati a questi scopi sono i razzi sonda, i quali si caratterizzano per l'assenza di equipaggio e pilota.

Oltre al comparto scientifico, anche il settore della difesa è particolarmente vigile in materia di voli suborbitali, avendo potenzialmente questi ultimi numerose applicazioni; basti pensare a possibili nuovi sistemi d'arma e tecnologie ipersoniche che andrebbero a ridurre notevolmente il tempo di percorrenza fra una nazione e un'altra, con evidenti implicazioni in ambito di strategie militari. In particolare, a sottolineare l'importanza che i voli suborbitali rappresenteranno per questa industria, basti tener presente che il 16 marzo del 2023 Aeroporti di Puglia e Leonardo S.p.A. hanno sottoscritto un contratto che prevede la sub-concessione ventennale dell'Hangar two dell'aeroporto di Grottaglie, una struttura di circa 9000mq, con annessi 1.400 mq di uffici ed aree circostanti, che Leonardo S.p.A. destinerà principalmente allo sviluppo del progetto del drone europeo MALE⁷. Tale progetto, oltre al governo italiano, vede interessati i rispettivi di Francia, Germania e Spagna.

Particolare attenzione deve essere prestata ad un ambito emergente del volo suborbitale che riguarda il trasporto ultrarapido di merci e passeggeri su scala globale. Questo concetto, noto come *Point-to-Point suborbital travel (P2P)*, prevede l'impiego di veicoli spaziali per ridurre drasticamente i tempi di percorrenza tra località geografiche molto distanti e andrebbe ad affiancare i tradizionali voli intercontinentali. In questa tipologia di volo verrebbero utilizzati dei razzi con la finalità di lanciare un veicolo spaziale in un volo suborbitale, che viaggierebbe poi a velocità di circa di 4.000 miglia all'ora, velocità decisamente superiore rispetto a quella di crociera, pari a circa 550-600 miglia all'ora degli attuali jet intercontinentali.

⁷ Progetto che prevede lo sviluppo di un drone militare europeo di grandi dimensioni, in grado di volare ad alta quota per lunghi periodi con l'obiettivo di rafforzare l'autonomia tecnologica europea in ambito militare. Tale drone sarà impiegato in attività di:

- supporto all'intelligence;
- monitoraggio e contrasto dei fenomeni migratori;
- contrasto dei traffici illeciti via terra e via mare;
- studio del territorio nazionale per la sua valorizzazione o la prevenzione dei fenomeni naturali;
- prevenzione e supporto in caso di calamità naturali.

Oltre ad evidenziare le diverse finalità che i voli suborbitali possono soddisfare, occorre fare una classificazione delle principali configurazioni che tali velivoli possono avere.

In particolare, le due principali tipologie sono HTHL (Horizontal Takeoff, Horizontal Landing) e il VTVL (Vertical Takeoff, Vertical Landing). La differenza sostanziale tra queste due configurazioni risiede nelle modalità di decollo e atterraggio. Se il velivolo è di tipo HTHL significa che decolla e atterra orizzontalmente, analogamente ad un aeromobile convenzionale. Esempi di questa configurazione sono lo Space Shuttle della NASA e lo SpaceShipTwo di Virgin Galactic. Viceversa, un velivolo si dice VTVL quando decolla e atterra verticalmente, similmente ai razzi tradizionali. Tra gli esempi più noti si annoverano il Falcon 9 di SpaceX e il New Shepard di Blue Origin.

La scelta della configurazione adottata porta con sé alcune implicazioni per le compagnie. In particolare, parlando di infrastruttura, risulta evidente che i veicoli HTHL richiedono piste lunghe per il decollo e l'atterraggio, così come i tradizionali aeroplani, mentre i veicoli VTVL necessitano di piattaforme di lancio e atterraggio verticali, che possono essere più compatte e non necessariamente lunghe quanto quelle richieste per gli HTHL.

Se parliamo invece di efficienza del carburante, essendo che i velivoli HTHL possono beneficiare della portanza aerodinamica durante il decollo e l'atterraggio, potenzialmente consumano meno carburante rispetto ai VTVL, che invece, devono utilizzare i motori a razzo sia per il decollo che per l'atterraggio.

Inoltre, esiste un tema legato alla riutilizzabilità del velivolo; non tutti gli HTHL sono riutilizzabili integralmente, dal momento che in alcune tipologie di questa categoria, alcune parti vengono perse durante l'esperienza di volo. Per quanto concerne i VTVL non si può dire lo stesso, essendo progettati proprio per essere completamente riutilizzabili, avendo come vantaggio, rispetto agli HTHL, manutenzioni più rapide e quindi un risparmio in termini di tempo tra un volo e un altro.

1.5. COME AVVIENE L'ESPERIENZA DI VOLO: BREVE DESCRIZIONE DELLE TRE FASI PRINCIPALI

L'esperienza provata dai passeggeri che partecipano ai voli suborbitali subisce piccole variazioni a seconda della configurazione che il velivolo presenta. Nel presente sotto capitolo si intende illustrare brevemente l'esperienza di volo offerta dalle compagnie attualmente operative. In particolare, a titolo esemplificativo, verranno riportate le principali fasi di volo di due differenti velivoli, considerando lo spaziosplano SpaceShipsTwo di Virgin Galactic che supporta la tecnologia HTHL e il New Shepard di Blue Origin che invece supporta la configurazione VTVL.

Nella fase di decollo, lo spaziosplano SpaceShipTwo (SS2) sviluppato da Virgin Galactic, viene trasportato fino ad un'altitudine di circa 15,5 km dal suo "aereo madre", WhiteKnightTwo (WK2). Una volta raggiunta questa quota, comincia la fase successiva in cui SS2 viene sganciato per iniziare il volo indipendente. Subito dopo il rilascio, il motore a razzo installato nella parte inferiore del velivolo viene acceso, generando un'elevata spinta che fa sì che SS2 possa accelerare rapidamente per continuare la sua ascesa. Questa fase si caratterizza per un'accelerazione elevata dovuta alla significativa accelerazione di gravità, nonché per intensi livelli di vibrazione e rumore.

Una volta esaurito il combustibile, il motore si spegne, ma l'energia cinetica accumulata permette a SS2 di continuare la sua ascesa fino a raggiungere l'apogeo, ovvero il punto di massima altezza. Durante questa fase, il velivolo entra in una condizione di caduta libera, condizione in cui l'unica forza predominante è la gravità terrestre, in quanto a questa altitudine la densità atmosferica è estremamente bassa e le forze aerodinamiche risultano trascurabili. Di conseguenza, sia il veicolo che i passeggeri a bordo sperimentano una condizione di assenza di peso per alcuni istanti.

Successivamente, SS2 inizia la fase di rientro atmosferico che si caratterizza per una progressiva interazione con gli strati più densi dell'atmosfera. In questa fase, la velocità di rientro risulta molto elevata e la resistenza aerodinamica inizia ad esercitare un effetto significativo sul veicolo, determinando una fase di decelerazione. Al fine di mitigare gli

effetti dell'elevata decelerazione e ridurre il riscaldamento aerodinamico, il veicolo adotta la cosiddetta *configurazione piuma*, che incrementa la resistenza e stabilizza il rientro attraverso una traiettoria a spirale.

Una volta completata questa fase, SS2 ritorna alla configurazione di volo *standard* e prosegue la discesa planata fino all'atterraggio orizzontale sulla pista designata. Questa fase finale consente di completare il volo in modo controllato, garantendo un ritorno sicuro del veicolo e dei passeggeri.

La Figura 3 mostra invece il profilo tipico del volo del sistema VTVL prendendo come riferimento il velivolo New Shepard sviluppato da Blue Origin. Il sistema è composto da una capsula pressurizzata progettata per ospitare fino a sei passeggeri e da un modulo di propulsione. La capsula ha una forma cilindrica con un volume interno abbastanza ampio per permettere ai passeggeri un comodo soggiorno a bordo. Il modulo di propulsione è il motore che fornisce la spinta per far decollare il veicolo ed è progettato per funzionare per circa due minuti. L'intero volo ha una durata di circa 11 minuti, suddivisi in 2 minuti di spinta, 4 minuti di volo in *coasting* e 5 minuti di discesa.

Durante la prima fase, il veicolo sperimenta un'accelerazione che può arrivare fino a circa sei volte quella che si prova su un aereo commerciale e che aumenta a sedici volte se il razzo viene sfruttato alla sua massima potenza.

Dopo l'esaurimento del propellente, il modulo di propulsione si separa dalla capsula dell'equipaggio, che prosegue il volo indipendentemente in una traiettoria suborbitale. Successivamente, la capsula rientra negli strati più densi dell'atmosfera e atterra dolcemente mediante tre paracadute. Il modulo di propulsione, invece, effettua un atterraggio verticale controllato utilizzando la propria spinta di atterraggio, consentendo in questo modo il suo recupero e riutilizzo futuro.

Durante il volo, ci sono diversi momenti chiave. In particolare, il razzo dopo aver esaurito il carburante, raggiunge un'altitudine di circa 38 km e permette alla capsula di continuare a salire fino a un massimo di circa 110 km grazie alla sua velocità residua. Questa fase, chiamata *coasting*, avviene senza l'uso del motore e dura alcuni minuti, fino a quando la capsula raggiunge il punto più alto della sua traiettoria. A questo punto, la capsula inizia

a scendere verso la Terra e viene attivato un sistema di paracadute per rallentare ulteriormente, garantendo un atterraggio morbido e in condizioni di sicurezza.

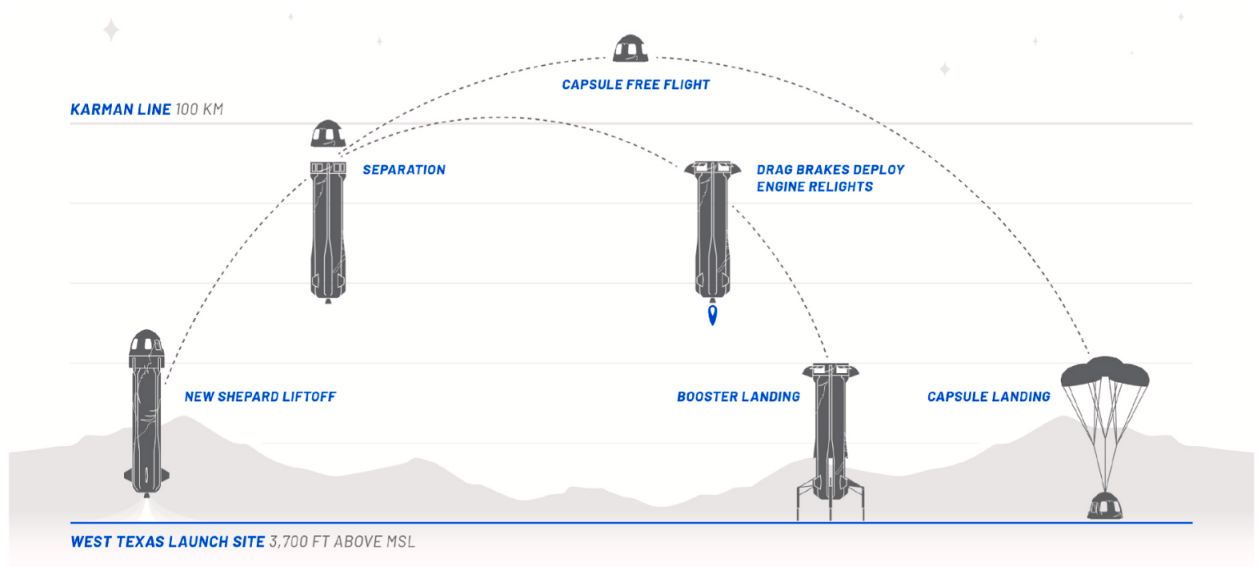


Figura 3 Flight plan of New Shepard System

1.6. INQUADRAMENTO GIURIDICO DEI VOLI SUBORBITALI

Nonostante il comparto delle aziende operanti nel settore del turismo spaziale sia già ben avviato e prossimo a cominciare la sua attività su più larga scala in un futuro ormai non troppo distante, non con altrettanta celerità si stanno muovendo le istituzioni giuridiche internazionali nella regolazione del fenomeno. Occorre dunque svolgere una breve analisi sull'inquadramento giuridico dei voli suborbitali, utile a capire se questi ultimi possono essere classificati come aeromobili, ricadendo nella branca del diritto aeronautico o se, costituendo attività spaziale, debbano essere regolati dai trattati del diritto spaziale.

In base a quanto stabilito dagli allegati 6,7 e 8 della *Convenzione sull'aviazione civile internazionale*⁸, conosciuta anche come Convenzione di Chicago, il termine *aeromobile* definisce una *qualsiasi macchina che può ottenere sostentamento nell'atmosfera grazie alle reazioni dell'aria, diverse dalle reazioni dell'aria contro la superficie terrestre*. La suddetta definizione di aeromobile non richiede quindi che il veicolo debba essere costantemente in volo attivo, cioè utilizzando le forze aerodinamiche per rimanere in aria (come la portanza generata dalle ali o la spinta prodotta dai motori aeronautici). Ciò significa che il semplice fatto di non utilizzare questa capacità in un determinato momento, ad esempio a causa di un'atmosfera troppo rarefatta in una data posizione, o per l'accensione di un motore a razzo, non priva il veicolo della sua natura di aeromobile. Non vi è inoltre una specificazione della durata del volo o del tempo in cui il veicolo debba restare in volo aerodinamico.

I veicoli a razzo si differenziano dagli aeromobili in quanto, durante almeno una parte del loro volo, non rimangono in volo grazie alla reazione dell'aria (come avviene per gli aerei), ma utilizzano la forza di reazione generata dal motore a razzo che permette loro di muoversi indipendentemente dall'atmosfera. Questo è particolarmente importante, dal momento che i razzi sono in grado di operare anche nel vuoto dello spazio, dove l'aria non è presente. Per questo motivo, in accordo alla Convenzione di Chicago, i veicoli che non utilizzano forze aerodinamiche per il sostentamento, ma che dipendono per tutta la durata del volo dalla propulsione a razzo non possono essere considerati aeromobili.

Prendendo in esame il già analizzato SpaceShipTwo di Virgin Galactic, appare evidente che nella fase balistica, cioè quella alimentata a razzo, esso non si comporti affatto come un aeroplano o come un qualsiasi altro aeromobile. Tuttavia, una volta raggiunto l'apogeo e durante la fase di rientro verso la Terra, il veicolo passa ad un volo aerodinamico senza l'ausilio della propulsione (volo tipico delle aerodine⁹). In questa fase, il veicolo sfrutta le forze aerodinamiche, come la portanza generata dalle sue superfici alari per mantenersi

⁸ trattato internazionale firmato nel 1944 a Chicago da rappresentanti di cinquantadue Stati. Questo accordo ha stabilito i principi fondamentali dell'aviazione civile e ha gettato le basi per il trasporto aereo globale, disciplinando le normative e le pratiche relative alla sicurezza, alla gestione e allo sviluppo dell'aviazione civile

⁹ Treccani s. f. [dall'ingl. aerodyne, comp. del gr. ἀήρ «aria» e δύναμις «forza»]. – Nel linguaggio tecn. e scient., termine generico per qualsiasi tipo di aeromobile a sostentazione dinamica e che sia più pesante dell'aria (alianti, velivoli, aerogiri).

in volo, non dipendendo dalla spinta del motore a razzo. La fase di planata è quindi determinante per la sua qualificazione come aeromobile ai sensi della Convenzione di Chicago.

Anche il New Shepard di Blue Origin è un veicolo suborbitale che sfrutta le reazioni aerodinamiche dell'aria; utilizzando in particolare, durante la discesa, freni aerodinamici per ridurre il consumo di carburante che rendono quindi il velivolo un aeromobile a tutti gli effetti.

Ulteriore aspetto da considerare è che mentre per il termine *aeromobile* esiste una definizione universalmente accettata, stabilita da una convenzione internazionale, altrettanto non si può dire per i veicoli spaziali, dal momento che differenti trattati internazionali, regolamenti aeronautici e documenti delle agenzie spaziali forniscono esclusivamente descrizioni operative, senza fornire una definizione universale e condivisa a livello globale.

A livello internazionale, l'*Outer Space Treaty*¹⁰ del 1967, principale strumento giuridico in materia di diritto spaziale, non fornisce una definizione esplicita di veicolo spaziale, pur disciplinando le attività degli Stati nello spazio. Tuttavia, la *Convenzione sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico*, conclusasi a New York il 12 novembre del 1974, introduce il concetto di *oggetto spaziale*, includendo qualsiasi veicolo, satellite o componente lanciato nello spazio esterno, senza una distinzione tecnica precisa.

Nemmeno la già citata Convenzione di Chicago del 1944 fornisce una definizione chiara di veicolo spaziale; mentre le principali agenzie spaziali forniscono definizioni abbastanza operative basate sull'utilizzo e sulle capacità del mezzo. La NASA considera infatti come veicolo spaziale qualsiasi mezzo progettato per operare oltre l'atmosfera terrestre, includendo capsule abitate, satelliti artificiali, sonde e navette spaziali. Anche l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) utilizza il termine *spacecraft* per indicare qualsiasi

¹⁰ Trattato internazionale che costituisce la struttura giuridica di base del diritto internazionale aerospaziale, entrato in vigore il 10 ottobre 1967.

veicolo destinato ad operare nello spazio extra atmosferico, indipendentemente dal suo scopo.

Tuttavia, come già evidenziato nel sotto capitolo 1.3, non essendoci concordia nel considerare l'altitudine che delimita lo spazio dall'aria, ed operando i veicoli che svolgono attività suborbitale in una delicata zona di confine, viene a crearsi un'ambiguità in merito alla loro classificazione in base alle attuali normative aeronautiche o spaziali.

Infatti, nonostante questi voli soddisfino tutti i requisiti dettati dalla Convenzione di Chicago e quindi dovrebbero essere considerati aeromobili a tutti gli effetti, rientrando sotto la normativa aeronautica, è altrettanto vero che raggiungendo altitudini pari o superiori a circa 100 km (quote tipiche degli spaziplani), potrebbero ricadere sotto la regolamentazione spaziale.

Risulta dunque necessario un intervento del legislatore per chiarire in modo univoco l'inquadramento giuridico dei voli suborbitali, e perché no, per introdurre ulteriori disposizioni volte a regolamentare il fenomeno in modo armonizzato. Un quadro normativo limpido e condiviso a livello internazionale potrebbe infatti favorire lo sviluppo del settore, garantendo al contempo *standard* di sicurezza elevati ed un accesso più ampio al mercato per le imprese interessate.

1.7. REQUISITI PARTECIPATIVI AI VOLI SUBORBITALI

I requisiti partecipativi ai voli suborbitali differiscono da paese a paese, non esistendo ancora una normativa armonizzata a livello internazionale che li sancisca univocamente. Per questa ragione nel presente sotto capitolo, verranno presi in esame solamente i requisiti partecipativi fissati da ENAC¹¹ nel *Regolamento per le operazioni suborbitali e di accesso allo spazio (SASO)*, senza analizzare le differenti normative nazionali.

¹¹ Ente Nazionale per l'Aviazione Civile. L'ENAC è autorità unica di regolazione tecnica, certificazione, vigilanza e controllo nel settore dell'aviazione civile in Italia, nel rispetto dei poteri derivanti dal Codice della Navigazione.

Addentrandoci dentro il regolamento ci accorgiamo subito che non tutte le persone volenterose di avventurarsi in attività di turismo spaziale e con disponibilità economica sufficiente per permettersi tale esperienza possono effettivamente parteciparvi. In particolare, i potenziali candidati devono soddisfare stringenti requisiti medici per garantire la sicurezza delle operazioni, fissati dall'articolo *SASO-HUM.160*.

In particolare, i candidati non devono presentare anomalie congenite o acquisite, malattie attive o latenti, disabilità, ferite o conseguenze di interventi chirurgici che possano compromettere la loro capacità di assolvere “*i propri compiti e responsabilità in materia di sicurezza*”. È inoltre richiesta l'assenza di effetti collaterali da farmaci o trattamenti che potrebbero incidere sulla sicurezza. Inoltre, *in caso di esposizione a forze superiori a +4Gz*, il medico esaminatore potrebbe richiedere che vengano effettuati ulteriori accertamenti clinici dal candidato.

Se il candidato possiede i requisiti generali sopracitati, ecco che dovrà sottoporsi a quella che il regolamento chiama *valutazione aeromedica*. Essa prevede un'analisi dell'anamnesi del partecipante che avviene attraverso due binari principali: uno psicologico e uno clinico. Nel primo caso viene chiaramente posta particolare attenzione agli aspetti psicologici, in particolare alle reazioni e alla gestione dello stress da eventi critici sperimentati dal candidato. Per quanto riguarda invece il controllo clinico, esso include l'esame di diversi sistemi fisiologici, tra cui cardiovascolare, respiratorio, muscolo-scheletrico, otorinolaringoiatrico e visivo, nonché *test* specifici per la visione dei colori e il rilevamento di sostanze psicoattive o alcol. Inoltre, ogni nuova futura valutazione del candidato deve essere conforme alle migliori pratiche aeromediche e può includere esami aggiuntivi, se ritenuti necessari dall'Aeromedical Center.

Se il candidato risultasse idoneo in base ai risultati ottenuti dalla precedente valutazione, prima di poter partecipare al volo suborbitale deve necessariamente sottoporsi ad un addestramento. Anche per questa fase vi è un articolo specifico dello stesso testo, in particolare il numero 165 della sezione *Human Factors*. Nel presente è specificato che spetta all'operatore del sistema veicolo formare a 360 gradi ogni partecipante alla gestione delle emergenze, come eventuali fumi, incendi, perdite di pressione in cabina, nonché illustrare le procedure di evacuazione in caso si verificassero eventi inattesi.

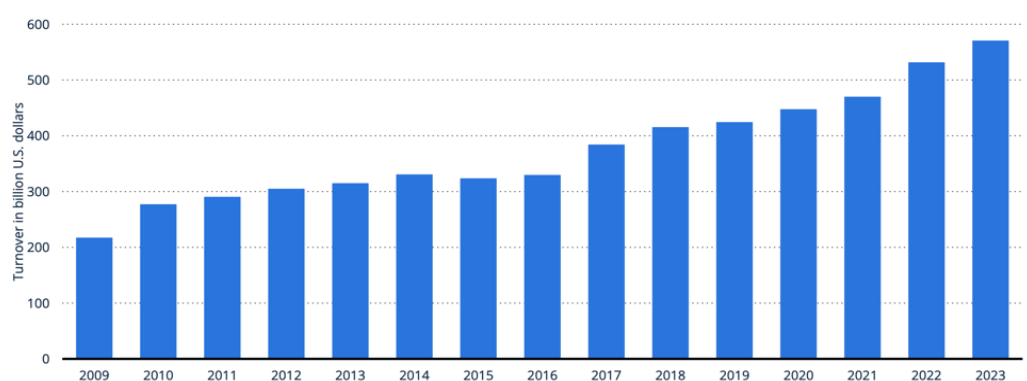
2. ANALISI QUALITATIVE E QUANTITATIVE DELL'INDUSTRY TRAMITE ANALISI PESTEL E 5 FORZE DI PORTER

2.1. DATI E MARKET SURVEYS NELL'AMBITO DELLO SPACE TOURISM

Per offrire un quadro completo e coerente dell'evoluzione dell'economia spaziale è opportuno considerare l'andamento del settore a partire dagli anni precedenti. Il fatturato globale di questo comparto ha infatti registrato una crescita costante, passando da circa 220 miliardi di dollari nel 2009 ad oltre 560 miliardi nel 2023, secondo un report di Space Foundation¹² pubblicato da Statista nel marzo 2025. Questo sviluppo continuo, che si è concretizzato nel corso di quasi un quindicennio, riflette l'espansione progressiva delle attività legate allo spazio e il consolidarsi di un interesse economico sempre più marcato sia da parte di attori pubblici che privati.

Global turnover of the space economy from 2009 to 2023 (in billion U.S. dollars)

Turnover of the global space economy 2009-2023



Description: In 2023, the turnover of the global space economy was approximately 570 billion U.S. dollars, an increase from 531 billion U.S. dollars in the previous year. The most important sector in the global space economy in that year was the commercial space products and services, accounting for almost 60 percent of the total turnover. [Read more](#)
Notes: Worldwide, 2009 to 2023
Source(s): Space Foundation

statista

Figura 4 Fatturato globale dell'economia spaziale dal 2009 al 2023 (in miliardi di dollari statunitensi).

¹² Associazione no profit statunitense fondata nel 1983 che si occupa a 360° di tutto ciò che riguarda lo spazio.

Secondo il report “*The \$1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth*”, pubblicato nell’aprile 2024 dal World Economic Forum in *partnership* con McKinsey & Company, l’economia spaziale globale è destinata a registrare una crescita significativa, a partire da un valore stimato di 630 miliardi di dollari nel 2023.

Le proiezioni contenute nel report rendono il potenziale dell’*Industry* ancora più evidente e promettente: si prevede infatti un’espansione fino a 1.160 miliardi di dollari entro il 2030, pari ad una crescita dell’84,1% nel periodo 2023-2030 ed un ulteriore incremento fino a 1.790 miliardi entro il 2035, corrispondente ad un’ulteriore crescita del 54,3% nel quinquennio successivo. Nel complesso, ciò equivale ad un tasso di crescita annuo composto (CAGR) pari al 9% nel periodo 2023-2035, superiore a quello previsto per il PIL globale nello stesso orizzonte temporale.

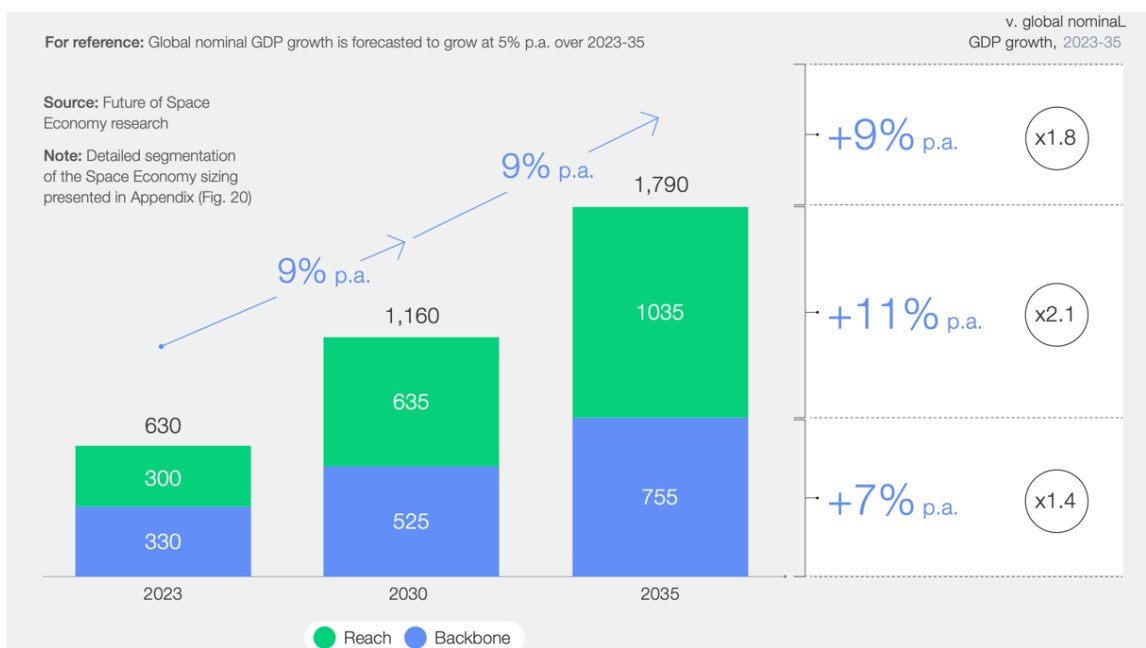


Figura 5 Crescita prevista dell’economia spaziale globale e dei suoi segmenti “Backbone” e “Reach” nel periodo 2023–2035. McKinsey & Company and World Economic Forum (2024).

Un elemento centrale dell’analisi condotta da McKinsey & Company, è la distinzione tra le due principali componenti dell’economia spaziale: “*backbone*” e “*reach*”.

Le prime costituiscono infatti l’infrastruttura tecnica ed operativa su cui si fonda l’intero ecosistema spaziale; si tratta di servizi e tecnologie abilitanti come la produzione ed il

lancio di razzi, la costruzione e la messa in orbita di satelliti, le reti di comunicazione spaziale, i centri di controllo e monitoraggio a terra, nonché le piattaforme di trasporto e propulsione. Questo segmento, tradizionalmente dominato da attori istituzionali ed imprese *leader* nel settore aerospaziale, rappresenta il cuore industriale e tecnologico del settore.

Le applicazioni *reach*, invece, comprendono tutti quei servizi, prodotti e modelli di *business* che si basano sull'utilizzo delle tecnologie spaziali per generare valore diretto per gli utenti finali, siano essi consumatori, imprese o istituzioni. Rientrano in questa categoria servizi come la navigazione satellitare, le telecomunicazioni globali, l'osservazione della Terra per l'agricoltura o il monitoraggio ambientale e soluzioni digitali integrate nel quotidiano, come il tracciamento in tempo reale delle consegne o le *app* di mobilità urbana. In tale prospettiva, anche il turismo spaziale, e più in particolare il turismo suborbitale rientra a tutti gli effetti all'interno delle applicazioni *reach*, offrendo difatti un'esperienza diretta e altamente personalizzata lato consumatore.

Attualmente il fatturato generato dalle due attività è pressoché equivalente con il comparto *backbone* leggermente più remunerativo. Nonostante ciò, le proiezioni offerte evidenziano due tassi di crescita futuri diversi: le applicazioni *reach* cresceranno infatti al ritmo dell'11% annuo superando le *backbone* (+7% annuo) e arrivando a costituire quasi il 60% del valore totale dell'economia spaziale entro il 2035. Ciò evidenzia la progressiva commercializzazione del settore e la crescente centralità delle esperienze orientate al consumatore finale.

Come per tutte le proiezioni incerte inerenti a previsioni future, anche il seguente report offre tre scenari alternativi per quanto riguarda la crescita del settore: un *best case*, uno scenario base ed un *worst case*.

Nello scenario base il settore del turismo spaziale è destinato a raggiungere un valore annuale compreso tra 4 e 6 miliardi di dollari entro il 2035 e la maggior parte di tali ricavi deriverà da soggiorni in orbita a bordo di stazioni spaziali, rivolti principalmente ad *ultra-high-net-worth individuals*¹³. I voli suborbitali, oggetto specifico di questo studio,

¹³ Con questo termine si fa solitamente riferimento a persone che vantano un patrimonio netto, costituito sia da attività investibili che non investibili, superiore a 30 milioni di dollari.

rappresenteranno una quota di mercato stimata tra 1 e 2 miliardi di dollari annui nello stesso orizzonte temporale. La crescita di questa componente sarà legata alla riduzione dei costi, al miglioramento delle capacità logistiche e infrastrutturali e alla progressiva apertura dell'offerta ad una clientela più ampia, pur mantenendo sempre un bacino clienti di fascia patrimoniale elevata.

In uno scenario ottimistico, la *space economy* potrebbe raggiungere un valore complessivo di 2.300 miliardi di dollari entro il 2035, favorita principalmente da una significativa riduzione dei costi operativi. Al contrario, in uno scenario più pessimistico, la crescita si attesterebbe attorno a 1.400 miliardi di dollari, frenata da possibili barriere normative e da rallentamenti tecnologici. Tale valore, seppur inferiore, risulta comunque incoraggiante se confrontato con il dato del 2023 riportato precedentemente (630 miliardi di dollari), considerando che il CAGR per il periodo analizzato risulterebbe pari al 6,88%.

In tutti e tre gli scenari, pertanto, i dati di mercato confermano che il segmento della *space economy* andrà incontro ad una forte crescita; in particolare i voli suborbitali rappresenteranno un tassello importante nell'evoluzione del settore. Sono quattro i fattori principali che oggi, e ancor più in futuro, trainano la rapida e consistente espansione del settore:

1. La drastica riduzione dei costi di lancio, scesi di oltre dieci volte negli ultimi vent'anni; negli ultimi due decenni si è infatti assistito ad una significativa diminuzione del costo per chilogrammo di carico utile trasportato in orbita bassa (LEO), passando da circa 65.000 dollari negli anni '80 a meno di 1.500 dollari nei casi più efficienti. Questo calo, determinato principalmente dall'introduzione di tecnologie riutilizzabili (come nel caso del Falcon 9 di SpaceX) congiuntamente ad una maggiore frequenza ed affidabilità nei lanci, ha rappresentato una svolta epocale per l'intero settore, abbattendo molte barriere all'entrata e rendendo di fatto l'accesso allo spazio molto più competitivo e commercialmente sostenibile.
2. Lo sviluppo di satelliti di dimensioni ridotte, come ad esempio i *CubeSat*, ha permesso di ridurre sensibilmente i costi di produzione e di lancio, rendendo l'accesso allo spazio sempre più a portata. Parallelamente, l'adozione di tecnologie più leggere e flessibili ha favorito la diffusione delle soluzioni spaziali in diversi settori economici, stimolando nuovi modelli di *business*.

3. La diversificazione degli investimenti privati; il biennio 2021-2022 ha registrato oltre 70 miliardi di dollari di investimenti privati nel settore spaziale, provenienti da fondi di *venture capital*, *private equity* e *corporate investors*. A differenza di qualche anno fa, il capitale si è distribuito non solo su *startup* in una fase *early-stage*, ma anche su aziende in una fase del ciclo di vita più avanzata, a testimonianza della crescente maturità del mercato. Le aree più interessate dagli investimenti includono il lancio di velivoli, l'osservazione terrestre e la connettività satellitare.
4. Il crescente interesse culturale e mediatico verso lo spazio; esso, infatti, non è più percepito come una frontiera accessibile solamente ad agenzie governative e scienziati; negli ultimi anni si sta sempre più diffondendo l'idea che in un futuro ormai prossimo sempre più persone potranno avervi accesso. Ciò è dovuto principalmente ad investimenti, oltre che operativi, destinati alla comunicazione da parte di imprenditori sempre più noti al grande pubblico come Elon Musk, Jeff Bezos e Richard Branson.

Avendo delineato il quadro generale della *space economy*, con un primo approfondimento sulla quota che potrebbe essere occupata dai voli suborbitali, risulta opportuno analizzare più nel dettaglio quest'ultimo segmento, con uno sguardo più attento alla ripartizione del mercato in base alle diverse tipologie di veicoli impiegati.

Un report elaborato da BIS Research e pubblicato da Statista propone stime più conservative rispetto a quelle fornite da McKinsey & Company e su un orizzonte temporale più ravvicinato (2021-2031), prevedendo che il valore complessivo del mercato globale del turismo spaziale suborbitale possa raggiungere circa 396,6 milioni di dollari entro il 2031.

Tra le diverse opzioni possibili per compiere un'esperienza di turismo spaziale suborbitale, i veicoli suborbitali riutilizzabili emergeranno come la componente dominante del mercato, con un incremento previsto da 36,7 milioni a 293,9 milioni di dollari. Seguono gli aerei parabolici, il cui valore è stimato in aumento da 7,8 milioni a 43,8 milioni di dollari nello stesso periodo. Di particolare interesse risulta anche la crescita dei palloni ad alta quota, che da una quota inizialmente trascurabile sono attesi raggiungere 58,9 milioni di dollari entro il 2031.

Il grafico riportato restituisce visivamente questa evoluzione, mettendo in luce la netta predominanza dei veicoli riutilizzabili e confermandone il ruolo strategico nello sviluppo commerciale del turismo spaziale suborbitale.

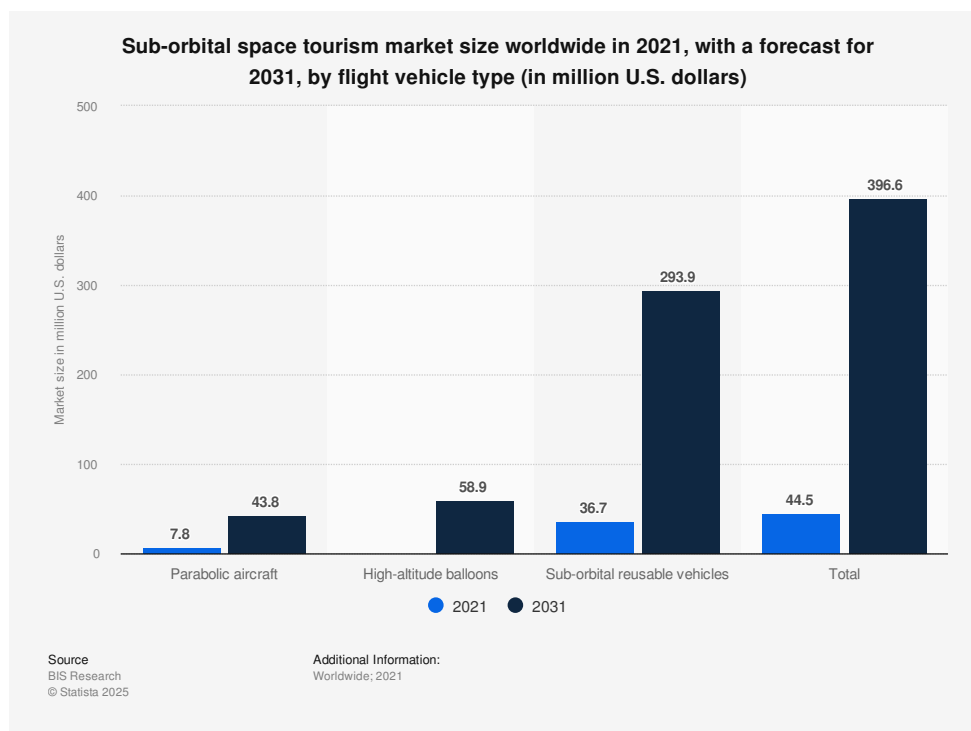


Figura 6 Dimensioni del mercato del turismo spaziale suborbitale nel 2021 e previsione per il 2031, per tipologia di veicolo (in milioni di dollari).

Un ulteriore elemento di rilievo nell'analisi del settore è rappresentato dalla distribuzione geografica degli investimenti in *startup* spaziali, che mette in evidenza il predominio statunitense all'interno dell'*Industry*. Secondo uno studio condotto da Bryce Space and Technology, pubblicato da Statista considerando i dati fino all'anno 2022, ciò che si evince è che gli Stati Uniti hanno assorbito il 47% del totale globale degli investimenti destinati alle *startup* spaziali, distanziando nettamente tutti gli altri Paesi. Seguono, con margini molto più contenuti, la Cina (8%), il Giappone e il Regno Unito (entrambi con una quota del 6%), la Francia (5%) e l'India (4%). Il restante 24% si distribuisce tra altri Paesi che detengono tuttavia quote minoritarie. Questo squilibrio evidenzia la centralità degli Stati Uniti nello sviluppo e nel finanziamento dell'economia spaziale, confermandone il ruolo guida anche nel comparto emergente del turismo suborbitale.

Global space start-up investors in 2022, by country

Global space start-up investors 2022, by country

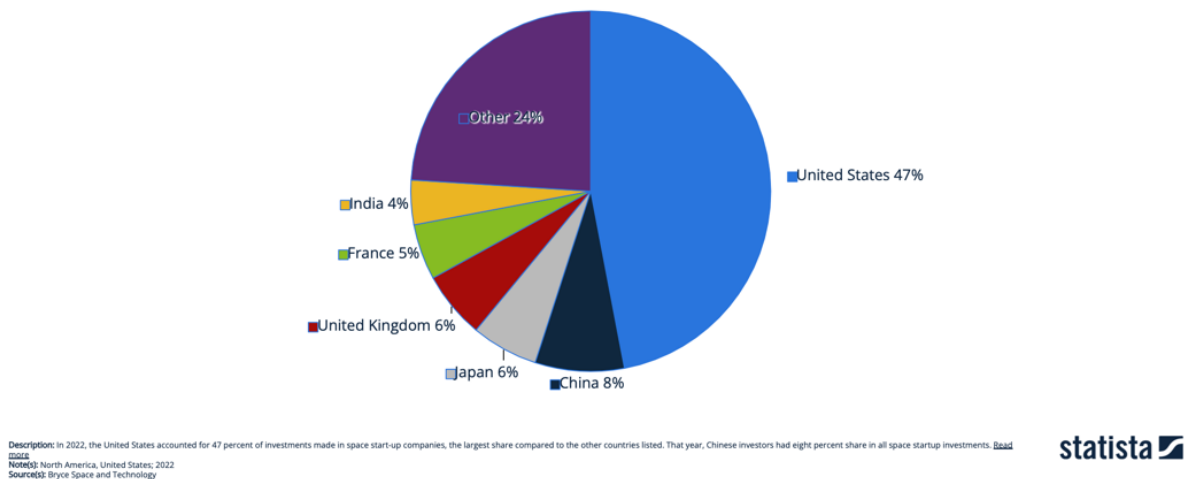


Figura 7 Distribuzione geografica degli investimenti in startup spaziali nel 2022, per paese.

Dopo aver analizzato le dinamiche di mercato legate al turismo spaziale suborbitale è utile approfondire anche gli aspetti più qualitativi legati alla domanda. In particolare, diversi studi hanno cercato di comprendere le motivazioni, gli atteggiamenti e le percezioni dei potenziali viaggiatori spaziali, utilizzando indagini mirate e metodologie diverse. Queste ricerche, svolte su target differenti e con approcci spesso qualitativi, offrono una visione più completa del fenomeno e aiutano a capire meglio quali siano i fattori e le motivazioni che spingono le persone ad interessarsi o meno a questo tipo di esperienza.

Uno dei primi contributi significativi è stato quello fornito dalla Futron Corporation nel 2002, che ha analizzato l'interesse verso voli suborbitali di 15 minuti e voli orbitali di due settimane, intervistando telefonicamente 450 americani benestanti. In particolare, il campione era composto da individui con un reddito annuo di almeno 250.000 dollari o un patrimonio netto superiore al milione di dollari, per il 70% uomini con un'età media di 57 anni. Lo studio ha evidenziato come il mercato del turismo spaziale sia altamente elastico: l'80% degli intervistati ha manifestato interesse verso l'esperienza e il 18% si è

dichiarato disposto a partecipare ad un volo orbitale. Le motivazioni principali risiedono nel desiderio di essere pionieri (24%), vedere la Terra dallo spazio (15%), realizzare il sogno di una vita (12%) e nell'entusiasmo per l'esplorazione spaziale (7%). Tuttavia, il 20% ha dichiarato di non essere interessato, principalmente a causa dei costi elevati. Le previsioni di questa prima indagine stimavano entro il 2021 circa 15.000 viaggiatori suborbitali, per poi essere riviste a 10.000 persone nel 2006¹⁴, e 60 viaggiatori orbitali.

Un altro studio interessante è quello di Webber e Reiffert condotto nel 2006, che ha coinvolto 998 persone impegnate in attività ad alto rischio attraverso un sondaggio *online* pubblicato sul sito "*Incredible Adventures*". Il campione era composto per il 91% da uomini, in prevalenza americani (63%), di cui il 14% milionari. L'indagine ha rilevato un forte interesse verso i voli orbitali (47%), seguiti da quelli ad alta quota (34%), suborbitali (30%) e a gravità zero (28%). In questo caso, le differenze tra uomini e donne sono risultate minime, mentre i giovani sono apparsi meno interessati a questo tipo di esperienza rispetto ad adulti ed anziani. Per quanto riguarda la disponibilità a pagare, i partecipanti hanno ritenuto equo un prezzo massimo di 50.000 dollari per un volo suborbitale e di 1 milione per uno orbitale.

Lo studio di Crouch et al. (2009) evidenzia come i potenziali partecipanti a voli suborbitali mostrino un'elevata sensibilità al prezzo, confermando che il costo del biglietto rappresenta un elemento determinante nella propensione all'acquisto. La domanda risulta influenzata da una serie di fattori riconducibili sia alle caratteristiche dell'offerta come la nazionalità dell'operatore, il grado di *comfort* e spazio a bordo, sia ai profili sociodemografici dei potenziali clienti, come il genere, l'età, il livello di istruzione e la propensione al rischio. In particolare, ciò che emerge dallo studio è che esiste una quota significativa di individui, appartenenti alle fasce ad alto reddito o con elevato patrimonio netto, che si è espressa favorevolmente a partecipare ad almeno una forma di esperienza di turismo spaziale commerciale, confermando l'esistenza di un mercato potenziale per i voli suborbitali.

Un'ulteriore conferma in tal senso proviene da uno studio condotto da Reddy et al. (2012) nel sud dell'Inghilterra. Esso evidenzia che circa la metà del campione preso in

¹⁴ Anno in cui è stato rivisto e aggiornato lo studio condotto nel 2002.

considerazione risultava favorevole a vivere un'esperienza nello spazio, mentre i contrari indicavano tra i principali ostacoli il costo elevato e i rischi percepiti. Le motivazioni positive, invece, riprendevano temi ricorrenti come il desiderio di osservare la Terra dall'alto, sperimentare la microgravità o vivere un'esperienza unica.

Un'indagine dell'Eurobarometro condotta nel 2014 ha invece cercato di comprendere l'atteggiamento degli europei verso lo spazio in generale. I risultati mostrano una mancanza di consenso sull'importanza di investire nel turismo spaziale: il 47% lo ritiene importante, il 46% no. Tuttavia, emerge un interesse crescente verso i voli suborbitali per scopi professionali, come il trasporto rapido di persone o merci.

Diversi studi recenti hanno contribuito a delineare un quadro più articolato delle motivazioni e delle percezioni legate al turismo spaziale. Chang (2017), analizzando un campione di 354 individui a Hsinchu (Taiwan), ha evidenziato come la propensione all'innovazione e la disponibilità economica influenzino positivamente l'atteggiamento verso la tecnologia spaziale e, più in generale, verso il turismo suborbitale. In tale contesto, il desiderio di unicità può essere soddisfatto esclusivamente attraverso esperienze personalizzate e tecnologicamente innovative.

Lo studio qualitativo di Laing e Frost (2019) ha ampliato l'orizzonte interpretativo delle motivazioni, rilevando sia spinte edonistiche come la ricerca di emozioni, la curiosità e il desiderio di superare i propri limiti, sia motivazioni più profonde connesse alla sfera spirituale e introspettiva. Gli autori sottolineano l'importanza di strategie di *marketing* capaci di cogliere e valorizzare la complessità di queste motivazioni.

Infine, Toivonen (2020) ha posto l'attenzione sulla sostenibilità del turismo spaziale, mettendo in luce, attraverso un'indagine condotta in Finlandia, la crescente rilevanza attribuita dagli utenti agli aspetti ambientali, alla sicurezza e alla qualità percepita dell'esperienza. L'integrazione di tecnologie immersive e virtuali viene indicata come una possibile soluzione sostenibile per ampliare l'accessibilità a questo tipo di turismo.

2.2. ANALISI DEI FATTORI POLITICI

L'ambito della *space economy* è stato, fin dagli albori, un settore fortemente attenzionato dai governi di ogni Paese, in quanto considerato altamente strategico e con prospettive di crescita molto elevate. Come già evidenziato nel primo capitolo, la nascita di questo settore ha contribuito a rafforzare le ostilità di due superpotenze mondiali quali Russia e Stati Uniti per avere il primato internazionale sullo spazio; accaparrarsi tale supremazia avrebbe infatti garantito lustro e sarebbe stato percepito come una dimostrazione di potere a livello globale. Tuttavia, a partire dal lancio dei primi satelliti e dall'allunaggio del primo uomo sulla Luna, lo scenario è completamente cambiato.

In primo luogo, il settore spaziale ha subito una forte transizione dal settore pubblico a quello privato. La ragione dietro questo cambio di paradigma è riconducibile principalmente a due macro fattori: tagli ai bilanci pubblici accompagnati da una crisi dei programmi governativi e la spinta combinata di *deregulation* ed innovazione tecnologica.

Tagli ai bilanci pubblici e crisi dei programmi governativi

Dopo la fine della Guerra Fredda, l'interesse strategico per la supremazia spaziale tra le superpotenze è diminuito, portando ad una riduzione significativa dei finanziamenti pubblici destinati ai programmi spaziali. Negli Stati Uniti, ad esempio, la NASA ha affrontato pesanti tagli di bilancio che hanno influenzato la propria capacità di mantenere e sviluppare programmi ambiziosi. In particolare, il programma *Space Shuttle* operativo dal 1981 è stato ritirato nel 2011 a causa di costi elevati e preoccupazioni per la sicurezza, lasciando un vuoto nelle capacità di lancio umane degli Stati Uniti. Allo stesso modo, l'agenzia spaziale russa Roscosmos ha affrontato sfide finanziarie e organizzative che hanno costretto a rivedere la quantità di programmi spaziali da poter mettere in atto, così come l'ESA che ha dovuto affrontare rallentamenti nei suoi progetti a causa di vincoli di bilancio.

Deregulation e innovazione tecnologica

Uno dei fattori determinanti che ha favorito l'ascesa del settore privato nelle attività spaziali statunitensi è stato il processo di *deregulation*, ovvero l'alleggerimento del

quadro normativo a favore di una maggiore libertà operativa per le imprese private. Questo processo si è articolato lungo tre direttrici principali.

In primo luogo, si è assistito ad uno snellimento delle procedure autorizzative, con il trasferimento della competenza in materia di licenze di lancio alla *Federal Aviation Administration* (FAA), in particolare attraverso il suo *Office of Commercial Space Transportation* (AST). Ciò ha permesso di accelerare i tempi di approvazione e facilitare l'accesso allo spazio per attori non governativi.

In secondo luogo, la deregolamentazione ha comportato la progressiva rimozione del monopolio pubblico nello sviluppo e nella gestione delle infrastrutture spaziali. A partire dagli anni Duemila, le aziende private hanno potuto proporre, realizzare e gestire sistemi di lancio, capsule e piattaforme orbitali, offrendo servizi anche a clienti istituzionali come la NASA. Questa apertura ha segnato una transizione epocale: da un modello stato centrico ad uno competitivo ed orientato al mercato. Un esempio di ciò è sicuramente il programma denominato *Commercial Orbital Transportation Services* (COTS); lanciato dalla NASA nel 2006, esso nasce con l'obiettivo di sviluppare insieme a *partner* privati, veicoli spaziali per il trasporto di cargo (e in futuro anche di persone) verso la Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Il cambio di paradigma è stato evidente dal momento che, invece di progettare e gestire tutto internamente, la NASA ha deciso di finanziare aziende private con i cosiddetti *contratti milestone-based*¹⁵, stimolando così l'industria commerciale privata operante in ambito spaziale.

Infine, il governo federale ha adottato un approccio di incoraggiamento normativo, varando leggi che tutelassero e incentivassero gli investimenti privati. Tra queste si annoverano:

1. *Commercial Space Launch Amendments Act* (2004). Questa legge è rilevante in quanto la FAA non impone norme rigide sulla sicurezza dei passeggeri, ma impone alle aziende solamente l'obbligo di informare i passeggeri sui rischi.

¹⁵ noti come accordi contrattuali in cui il pagamento, o altra prestazione avviene solo al raggiungimento di traguardi specifici, definiti in anticipo nel contratto.

2. *Commercial Space Launch Competitiveness Act* (2015). Tale atto ha sancito il diritto delle aziende americane a possedere e sfruttare risorse ottenute da corpi celesti ed ha esteso il periodo di “regolamentazione leggera” fino al 2023.

Tali misure hanno creato un ambiente giuridico favorevole all’innovazione, facendo degli Stati Uniti il principale *hub* mondiale della cosiddetta *New Space Economy*.

Continuando nell’analisi dei fattori politici rilevanti, risulta doveroso annoverare le opportunità che si creeranno per una nuova cooperazione internazionale in materia di voli suborbitali. È infatti ampiamente noto che i progetti spaziali sono a tutti gli effetti “mega progetti” che richiedono ingenti *budget*, lunghi periodi e numerosi esperti. A sostegno della tesi avanzata, basti pensare che la creazione della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) ha reso possibile l’opportunità per 15 nazioni di unire le forze e di condividere i massicci requisiti di risorse nel 1998. Queste opportunità di collaborazione e contaminazione potranno essere importanti in chiave di ottimizzazione dei costi di ricerca, sviluppo, operazione e manutenzione e delle relative tempistiche.

In terzo luogo, si riscontra l’assenza di un consenso internazionale sul confine preciso tra aria e spazio, come già accennato nel precedente capitolo. È comunemente accettato che il confine tra aria e spazio si trovi all’altitudine di 100 km (Linea di Kármán). In particolare, questa altitudine è stata esplicitamente utilizzata dalla FAI e dalla Legge australiana sulle attività spaziali modificata nel 2002 ed è la stessa utilizzata per il Premio Ansari. Tuttavia, non esiste alcun tipo di legge, regolamento o *standard* internazionale che attesti e riconosca il preciso confine effettivo tra aria e spazio. L’Aeronautica Militare Americana aveva infatti precedentemente riconosciuto 80 km come limite dello spazio, conferendo di fatto “le ali da astronauta” ai piloti che superavano tale altitudine; alcuni studiosi hanno invece suggerito come soluzione di individuare, piuttosto che un’altezza soglia, una regione che possa accomodare le diverse interpretazioni (regione immaginaria situata ad altitudini comprese tra 80 km e 110 km). Nonostante ci siano stati alcuni tentativi di discutere questo argomento dal Comitato per gli Usi Pacifici dello Spazio (COPUOS) e dall’Organizzazione Internazionale dell’Aviazione Civile (ICAO), non è stata mai adottata alcuna risoluzione o documentazione ufficiale per riconoscere il confine.

Pertanto, in assenza di consenso internazionale sulla demarcazione tra aria e spazio, non è da escludere, come eventuale implicazione politica, una minaccia percepita alla sovranità e alla sicurezza nazionale derivante dall'attività di volo suborbitale. Tornando indietro nel tempo è stata proprio la “minaccia percepita” una delle prime motivazioni che ha spinto molte nazioni a cooperare tra loro e a creare la Convenzione di Chicago nel 1944. Questa convenzione ha istituito il regime dell'aviazione civile e ha portato alla nascita del suo organismo di *governance*, l'ICAO. Allo stesso tempo, la convenzione ha garantito il diritto alla sovranità e alla sicurezza nazionale stabilendo lo spazio aereo nazionale e internazionale, nonché il controllo del traffico aereo all'interno di tale spazio. Senza questo tipo di diritto o garanzia, almeno fino all'altitudine massima del volo suborbitale, l'attività potrebbe essere considerata come una minaccia alla sovranità e alla sicurezza nazionale delle nazioni confinanti, sfociando in potenziali problemi geopolitici complessi.

2.3. ANALISI DEI FATTORI ECONOMICI

Uno degli aspetti più rilevanti sul piano economico è rappresentato dalla nascita di un nuovo settore che sarà in grado di generare valore e occupazione a livello internazionale. L'industria del volo suborbitale, infatti, si configura come una nicchia emergente all'interno di comparti già consolidati quali i servizi, la manifattura e la manutenzione. Con ciò si intende quindi che tale nuova tipologia di volo non richiederà la creazione di un sistema industriale completamente nuovo, ma si svilupperà all'interno di ambiti economici esistenti, valorizzandone le competenze e ampliandone le applicazioni. Il trasporto suborbitale non si limiterà infatti a servire il mercato del turismo spaziale, ma potrà trovare applicazioni anche in ambiti strategici come la ricerca scientifica, il telerilevamento, la didattica avanzata e la comunicazione mediatica. Il cuore produttivo del settore sarà invece rappresentato dalla progettazione, costruzione e manutenzione dei velivoli, generando un indotto tecnologico ed industriale significativo.

Secondo uno studio¹⁶ condotto dal Professore Patrick Collins¹⁷ in collaborazione ad Adriano Autino, co-fondatore ed attuale presidente della Space Renaissance Internationals¹⁸, il lancio di questa nuova filiera industriale porterà alla creazione di nuovi mercati, con conseguente generazione di ricavi per le imprese coinvolte e per gli Stati che ne sosterranno lo sviluppo.

In secondo luogo, come confermato nel sottocapitolo dedicato alle analisi di mercato, esiste una domanda pubblica già consolidata per i voli suborbitali con prospettive di ulteriore crescita futura.

Infine, ci sarà un effetto di ricaduta sulle industrie a valle; oltre ai settori dei servizi, della manifattura e della manutenzione, considerati a monte, si creeranno nicchie nelle industrie pubblicitarie, assicurative e della moda. L'industria pubblicitaria presenterà il volo suborbitale come una nuova avventura di lusso e alla moda, offrendo inoltre l'immagine del veicolo suborbitale come mezzo esclusivo per la pubblicità commerciale o persino personale. L'industria assicurativa fornirà copertura per infortuni e decessi a piloti e partecipanti al volo, mentre la moda darà vita ad una forma dinamica di tute spaziali suborbitali nonché di abbigliamento particolare ispirato all'esperienza che influenzerà le ultime tendenze legate al concetto di volo spaziale.

In quarto luogo, lo sviluppo del turismo suborbitale richiede un elevato capitale iniziale, necessario sia per la progettazione dei veicoli suborbitali che per la realizzazione delle infrastrutture a terra. I velivoli per il trasporto dei passeggeri devono disporre di una struttura robusta, capace di resistere alle forti sollecitazioni gravitazionali durante le fasi di ascesa e discesa; ciò implica l'impiego di materiali di alta qualità, soprattutto considerando che si tratta di veicoli riutilizzabili.

¹⁶ Collins, P., Autino, A., 2010. What the growth of a space tourism industry could contribute to employment, economic growth, environmental protection, education, culture and world peace. *Acta Astronaut.* 66, 1553–1562.

¹⁷ Il dottor Patrick Collins è un'autorità ben nota e rispettata in materia di economia spaziale, turismo spaziale, veicoli di lancio riutilizzabili ed energia solare spaziale. È professore di economia all'Università di Azabu nel Giappone e consulente di numerose aziende e organizzazioni spaziali.

¹⁸ Associazione culturale no profit che promuove l'espansione della civiltà nello spazio.

Anche le *operations* richiederanno investimenti significativi, in particolare per il rifornimento di propellente. I costi in conto capitale varieranno inoltre a seconda che i componenti siano prodotti internamente o acquistati da fornitori esterni: in generale, la produzione interna risulta meno onerosa. Tuttavia, è prematuro trarre conclusioni definitive, poiché i veicoli attualmente in fase di sviluppo sono ancora dimostratori tecnologici e non prodotti destinati alla commercializzazione.

Le infrastrutture a terra necessarie dipenderanno dal profilo di missione scelto. I veicoli con tecnologia VTVL (Vertical Take-off Vertical Landing) richiedono spazioporti simili a rampe di lancio, mentre i modelli HTHL (Horizontal Take-off Horizontal Landing) o quelli lanciati dalle cosiddette *mothership* possono operare in strutture più simili ad aeroporti. Un esempio significativo è il caso di *SpaceShipOne*, testato e lanciato nel 2004 dal Mojave Airport, una struttura preesistente, prima della costruzione di nuovi spazioporti.

In quinto luogo, il turismo spaziale suborbitale potrebbe consumare parte delle entrate del mercato turistico tradizionale. Quando il mercato del volo suborbitale crescerà in futuro, il *marketing* e l'offerta del nuovo turismo spaziale potrebbe sottrarre una parte della domanda al turismo terrestre tradizionale. Il gruppo di popolazione interessato sarà costituito da individui facoltosi, con un reddito disponibile elevato ed amanti dell'avventura. Inoltre, se il prezzo del biglietto per il volo suborbitale scenderà nel tempo, anche la popolazione della classe media sarà attratta dall'idea di scegliere questa esperienza irripetibile, piuttosto che un comune viaggio turistico terrestre.

2.4. ANALISI DEI FATTORI SOCIALI

Tre sono le principali considerazioni da fare in relazione ai fattori sociali.

In primo luogo, il volo suborbitale offrirà per la prima volta nella storia l'opportunità a comuni cittadini di andare nello spazio. Come già accennato precedentemente, in passato l'accesso allo spazio era riservato esclusivamente agli astronauti professionisti delle agenzie spaziali; l'introduzione dei voli suborbitali da parte delle imprese private apre ad

una finestra di opportunità rivolte anche alla popolazione generale. Questa possibilità riguarderà sia le persone appassionate allo spazio, sia coloro che non hanno mai mostrato interesse per l'esplorazione spaziale, ma che sono ben volenterose di sperimentare una nuova esperienza. Chiaramente, tale opportunità sarà condizionata da fattori inerenti a domanda ed offerta: ad oggi il prezzo del biglietto per poter partecipare a questa esperienza è particolarmente elevato e solo una limitata cerchia di persone che dispongono di un alto patrimonio possono effettivamente permetterselo.

Per avere un metro di riferimento è sufficiente considerare due realtà attive nel settore: Virgin Galactic, negli Stati Uniti, e Deep Blue Aerospace, in Cina. Nel primo caso, il costo per partecipare ad un volo suborbitale si attesta intorno ai 450.000 dollari, mentre nel secondo si aggira intorno ai 200.000 dollari.

Nonostante ciò, esistono alternative meno onerose, sebbene attualmente accessibili esclusivamente alle fasce economicamente più abbienti della popolazione. Tra queste si collocano Halo Space e Space Perspective, due aziende che propongono un'esperienza di turismo spaziale tramite pallone stratosferico (*balloon space tourism*). Questa modalità prevede voli lenti e a basso rischio a bordo di una capsula pressurizzata sollevata da un pallone stratosferico riempito con gas leggero, generalmente elio o idrogeno, che consente di raggiungere quote elevate e di osservare la curvatura terrestre in condizioni di *comfort* e sicurezza. Il prezzo per partecipare a tale esperienza, configurabile sempre come attività suborbitale, oscilla tra i 100.000 e 125.000 dollari. Nonostante i prezzi siano veramente elevati, alcuni studi¹⁹ suggeriscono che una volta che l'industria avrà raggiunto un sufficiente livello di ricavi, si prevede che il costo potrà progressivamente ridursi fino a raggiungere 50.000 dollari, rendendolo così più accessibile anche per il ceto medio.

In secondo luogo, la creazione di una nuova industria comporterà numerose opportunità lavorative. Tra le principali aree di impiego vi saranno le posizioni ingegneristiche e tecniche, legate alla progettazione, produzione e manutenzione dei veicoli suborbitali. Altri ambiti chiave includeranno le professioni legate al volo, come i piloti e gli assistenti di volo, scuole di formazione ed addestramento e servizi pre e post volo. I potenziali piloti potranno essere selezionati da gruppi già esistenti, come i piloti collaudatori o i piloti di

¹⁹ Ziliotto, V., 2010. Relevance of the futron/zogby survey conclusions to the current space tourism industry. *Acta Astronaut.* 66, 1547–1552.

caccia, abituati a manovre ad alta velocità e a sollecitazioni fisiche elevate, ma dovranno comunque soddisfare criteri specifici di formazione ed idoneità medica previsti per il volo suborbitale.

Il comparto aerospaziale non sarà il solo a beneficiare di questo sviluppo, anche le industrie a valle citate nel paragrafo precedente (pubblicitarie, assicurative e ambito moda) si troveranno ad assumere nuove figure professionali e a potenziare le competenze del personale esistente per poter offrire prodotti e servizi innovativi in linea con le esigenze dell'industria spaziale emergente.

In terzo luogo, non va sottovalutato il tema della cosiddetta *third party liability*, ovvero la responsabilità per danni arrecati a soggetti terzi. L'attività suborbitale, infatti, non è esente da rischi che potrebbero coinvolgere persone o beni estranei al volo. Come ogni altro mezzo di trasporto, anche il volo suborbitale comporta un certo livello di pericolo sia per i piloti e l'equipaggio che per i passeggeri. Tali rischi, come l'esposizione a forti accelerazioni durante la fase di lancio e atterraggio o a radiazioni cosmiche a quote elevate, vengono generalmente comunicati in anticipo dalle imprese coinvolte. Queste comunicazioni rientrano in una prassi ormai consolidata nell'ambito dei voli spaziali commerciali, basata sul principio del consenso informato. Negli Stati Uniti, ad esempio, il *Commercial Space Launch Amendments Act* (2004) impone alle imprese l'obbligo di informare in modo chiaro i passeggeri sui rischi noti, tutelando così sia la sicurezza individuale sia la responsabilità legale delle aziende. Tuttavia, se per i partecipanti occasionali tali preoccupazioni risultano relativamente contenute, assumono certamente maggiore rilevanza per il personale di bordo e per i piloti, dal momento che effettueranno voli con maggiore frequenza. In previsione di un futuro incremento dell'attività operativa sarà dunque fondamentale, lato impresa, implementare un sistema di turnazione efficace in grado di salvaguardare la salute e la tenuta psicofisica degli equipaggi.

Nonostante i rischi associati al volo suborbitale siano stati in parte mitigati attraverso protocolli di sicurezza e comunicazioni preventive rivolte ai partecipanti alle operazioni di volo, la questione più delicata rimane quella relativa ai soggetti terzi. Si tratta di individui che non prendono parte né sostengono attivamente l'attività suborbitale, ma che potrebbero comunque subirne le conseguenze in caso di incidente. Rientrano in questa

categoria persone non informate e non coinvolte, come ad esempio i passeggeri di voli di linea in transito o i civili presenti nelle aree sorvolate che potrebbero essere esposti, seppur indirettamente, a danni materiali o lesioni fisiche riconducibili all'attività spaziale.

2.5. ANALISI DEI FATTORI TECNOLOGICI

Sotto il profilo tecnologico è possibile individuare quattro aspetti fondamentali che caratterizzano l'*Industry*.

In primo luogo, vi è l'impiego di tecnologie e materiali nuovi a basso costo e riutilizzabili. Poiché le iniziative di volo suborbitale sono e saranno sempre più guidate da imprese private è fondamentale che tali attività siano sostenibili anche dal punto di vista economico, al fine di coprire gli ingenti costi di ricerca, sviluppo ed operativi. L'orientamento ad una gestione prudente delle risorse sta portando le imprese verso l'adozione di tecnologie innovative, economiche e riutilizzabili, basti osservare gli attuali modelli di velivoli suborbitali. Tuttavia, il desiderio di innovare attraverso nuove tecnologie e materiali ha comportato anche conseguenze negative, come dimostrato dall'esplosione del motore di prova di SpaceShipTwo nel 2007 e lo schianto durante un volo di collaudo nel 2014. Questi gravi incidenti, oltre che avere un notevole impatto sulla reputazione dell'azienda e sull'opinione pubblica, hanno provocato un ritardo operativo di oltre un decennio per il programma SpaceShipTwo.

In secondo luogo, l'adozione di nuove tecnologie e materiali nel contesto suborbitale potrà generare importanti applicazioni secondarie. Queste tecnologie, inizialmente sviluppate per rendere i voli più economici ed efficienti potranno essere adattate a settori adiacenti, come l'aviazione commerciale o l'industria del lancio di satelliti. Tale trasferimento tecnologico potrà incentivare la domanda in ambiti diversi, contribuendo non solo alla diffusione dell'innovazione, ma anche alla riduzione complessiva dei costi di sviluppo, grazie alle economie di scala e alla condivisione di *know-how*.

In terzo luogo, esiste ancora una limitata esperienza operativa in termini di sicurezza del volo. Essendo un settore nuovo, il volo suborbitale non dispone ancora di uno storico ampio in materia di sicurezza, ma si tratta inevitabilmente di una condizione fisiologica per ogni tecnologia emergente. Limitazioni simili si sono osservate anche in altri mezzi di trasporto nelle loro fasi iniziali, come lo Space Shuttle o ancora la navicella Soyuz, gli aerei commerciali, le navi ed i treni. Sarà pertanto fondamentale che gli operatori e i regolatori raccolgano e analizzino costantemente i dati relativi ai voli di prova e a quelli operativi al fine di migliorare la sicurezza e rafforzare la fiducia del pubblico.

In quarto luogo, le tecnologie sviluppate per il volo suborbitale potrebbero avere un duplice uso, sia civile che militare. La capacità di questi veicoli di raggiungere altitudini elevate e trasportare determinati carichi può renderli appetibili anche per scopi militari. Se da un lato l'utilizzo civile e commerciale di tali tecnologie sarà accolto con favore, l'eventuale applicazione in ambito militare potrebbe generare preoccupazione tra la popolazione civile e tensioni tra le potenze rivali.

2.6. ANALISI DEI FATTORI AMBIENTALI

Il primo aspetto positivo da considerare in materia di volo suborbitale è sicuramente il significativo contributo che potranno apportare al progresso degli studi atmosferici. I veicoli impiegati in questo tipo di missioni saranno in grado di trasportare a bordo sensori avanzati capaci di rilevare dati sulle condizioni atmosferiche dalla superficie terrestre fino a 100 km di altitudine. Attualmente, le informazioni atmosferiche vengono raccolte principalmente mediante palloni meteorologici, che però non sono in grado di superare i 50 km di altitudine e possono quindi fornire dati solo all'interno della stratosfera. La possibilità di estendere il raggio d'osservazione fino a 100 km consentirebbe di coprire tre strati atmosferici fondamentali: troposfera, stratosfera e mesosfera, consentendo una comprensione più approfondita delle dinamiche legate a pressione e temperatura atmosferica.

Nonostante tale pro, il grande contro correlato a questa tipologia di *business* è l'inquinamento atmosferico prodotto. Sebbene il volume dei voli non raggiungerà inizialmente i livelli dell'aviazione commerciale, l'impiego di motori a propulsione a razzo, soprattutto durante la fase ascensionale, comporterà inevitabilmente l'emissione di sostanze inquinanti. Ad oggi, i principali agenti inquinanti emessi da fonti industriali, agricole e dai trasporti si concentrano al di sotto dello strato di ozono, situato tra i 15 e i 30 km di altitudine. Un eventuale aumento delle emissioni nell'intervallo compreso tra tale strato e i 100 km di quota, causato dall'attività suborbitale, potrebbe destare serie preoccupazioni tra governi e gruppi ambientalisti, sempre più vigili e impegnati sul tema del cambiamento climatico e di prevenzione dell'inquinamento di origine antropica.

2.7. ANALISI DEI FATTORI LEGALI

In primo luogo, emergono numerose lacune regolamentari riguardo ai voli suborbitali. Sebbene sia fisiologico che i settori emergenti, in particolare quelli fondati su tecnologie innovative e *disruptive*, precedano l'elaborazione di un quadro normativo chiaro e definito, è altrettanto importante considerare la rilevanza strategica che il settore assume in termini geopolitici e di sicurezza; ciò rende necessario uno sforzo maggiore da parte delle autorità competenti e dei governi di ogni Paese volto alla definizione di un regolamento armonizzato a livello internazionale.

Momentaneamente, infatti, solo alcuni Stati hanno definito dei quadri normativi maggiormente dettagliati per regolamentare le operazioni suborbitali, come dimostrano i casi del Regno Unito con lo *Space Industry Act* del 2018 e dell'Italia con il Regolamento SASO emanato da ENAC nel 2023. Tali iniziative risultano ancora frammentate e circoscritte a livello nazionale, mancando infatti un sistema normativo armonizzato a livello europeo o globale in grado di disciplinare il seguente *business*, con tutte le implicazioni che ne derivano in termini di sicurezza, responsabilità, certificazioni e impatto ambientale. Questa assenza di coordinamento rappresenta una criticità rilevante per un settore già operativo, destinato a crescere rapidamente e ad assumere un ruolo strategico sia sul piano tecnologico che geopolitico.

A titolo di confronto, si osserva come il comparto dell'aviazione civile tradizionale sia invece regolato da un sistema internazionale fortemente armonizzato, grazie alla Convenzione di Chicago del 1944 e all'attività dell'ICAO a livello globale, e dell'EASA in ambito europeo.

In secondo luogo, vi è incertezza riguardo all'autorità di regolamentazione competente per le operazioni di volo suborbitale. In assenza di un quadro normativo consolidato, non è ancora stato stabilito se sarà un'autorità pubblica già esistente ad occuparsi di regolamentare il settore o se sarà necessario creare una nuova autorità *ad hoc*. L'assegnazione ad un ente già esistente sarebbe sicuramente l'opzione più rapida, ma comporterebbe l'onere di ampliare le competenze dell'ente stesso e di modificarne il mandato originario attraverso un intervento legislativo.

In terzo luogo, si rileva una divergenza tra il diritto aeronautico e il diritto spaziale. Le attività aeronautiche civili internazionali sono regolate dalla Convenzione di Chicago del 1944, sotto la supervisione dell'ICAO, mentre le attività spaziali internazionali sono disciplinate da cinque trattati: l'*Outer Space Treaty* (1967), l'*Agreement on the Rescue of Astronauts* (1968), la *Liability Convention* (1972), la *Registration Convention* (1975) e il *Moon Agreement* (1979), tutti sotto l'autorità del COPUOS (*Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*). La divergenza tra le due discipline risiede nei principi fondamentali: la Convenzione di Chicago garantisce la sovranità e il controllo esclusivo degli Stati sul proprio spazio aereo, mentre i trattati sullo spazio stabiliscono il principio di non appropriazione e la libertà di utilizzo dello spazio extra-atmosferico e dei corpi celesti da parte di tutti gli Stati a fini pacifici.

In quest'ottica, sarà fondamentale comprendere come verranno inquadrati giuridicamente i voli suborbitali, in quanto ricadere nell'una o nell'altra disciplina comporterebbe conseguenze rilevanti. Qualora ricadessero nell'ambito aeronautico, le operazioni sarebbero soggette alla sovranità nazionale e alle autorizzazioni statali per il sorvolo e la sicurezza del traffico aereo; viceversa, nell'altro caso si applicherebbero i principi di libero accesso allo spazio, obblighi di registrazione internazionale e responsabilità

oggettiva per eventuali danni, con minori vincoli operativi ma maggiori implicazioni a livello politico.

Di seguito una breve schematizzazione dei fattori analizzati:



Figura 8 Rappresentazione sintetica dell'analisi PESTEL applicata al contesto del volo suborbitale commerciale

2.8. ANALISI DEI PLAYER PRINCIPALI E DELLA CONCORRENZA TRAMITE LE 5 FORZE DI PORTER

Il modello delle “Cinque Forze Competitive” è stato elaborato nel 1979 da Michael E. Porter, professore della Harvard Business School ed è considerato uno degli strumenti più autorevoli per l’analisi strategica dei settori industriali. Questo *framework* permette di comprendere le dinamiche competitive all’interno di un mercato attraverso l’esame di cinque dimensioni chiave:

- 1) la minaccia di nuovi entranti;
- 2) il potere contrattuale dei fornitori;
- 3) il potere contrattuale dei clienti;
- 4) la minaccia di prodotti o servizi sostitutivi;
- 5) l’intensità della rivalità tra i concorrenti esistenti.

Utilizzare questo modello nel contesto del turismo spaziale suborbitale e, più in generale, della *space economy*, è particolarmente utile per valutare la struttura concorrenziale di un settore emergente, ad alta intensità tecnologica e caratterizzato da ingenti barriere all’ingresso. L’analisi permette di evidenziare le opportunità e le minacce che potrebbero influenzare l’evoluzione futura del comparto, individuando al contempo i fattori critici di successo per le imprese operanti in questo mercato innovativo.

Nel capitolo che segue, ciascuna delle cinque forze sarà analizzata con riferimento specifico al comparto dei voli suborbitali, al fine di offrire una visione completa delle dinamiche competitive in atto e delle prospettive di sviluppo del settore.

Minaccia di nuovi entranti

Le barriere all’ingresso nel settore del turismo spaziale sono elevate, rendendo attualmente molto ridotta la minaccia di ingresso di nuove imprese. Attualmente, le principali barriere, che appaiono insormontabili per le *startup* desiderose di entrare in questo mercato, sono principalmente due: il grande fabbisogno di capitale finanziario per avviare il *business* e le economie di scala e di scopo raggiunte dalle imprese già presenti.

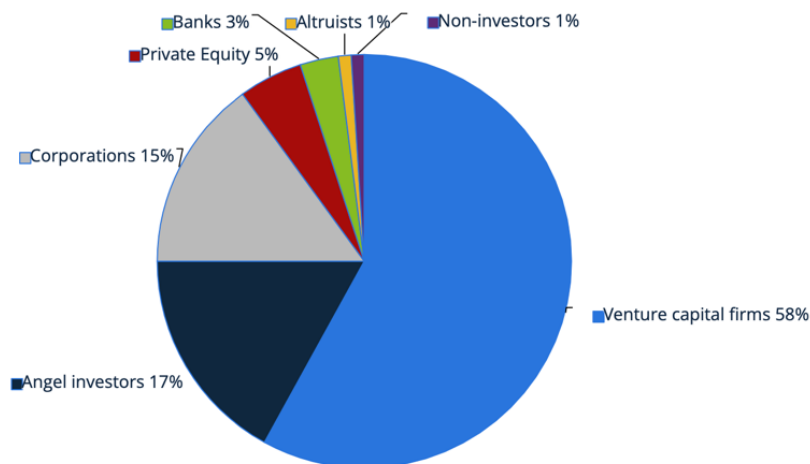
In primo luogo, sono soprattutto i costi iniziali di avviamento, di ricerca e sviluppo a rappresentare un enorme ostacolo per le nuove imprese. Diversi studi hanno stimato che, i costi per la produzione e il lancio di un singolo veicolo possono superare i 150 milioni di dollari; giusto per fornire un metro di paragone Virgin Galactic, uno dei *leader* nel settore del turismo spaziale ha speso oltre 600 milioni di dollari in ricerca e sviluppo per i suoi velivoli.

Gli investimenti iniziali in molte di queste *startup*, diventate oggi colossi nel settore, sono stati forniti dai fondatori stessi, i quali hanno investito ricchezze personali per far partire il settore. Fondatori celebri come Richard Branson di Virgin Galactic, Jeff Bezos di Blue Origin ed Elon Musk di SpaceX sono tra i 21 miliardari presenti nella lista Forbes 500 che hanno investito in imprese spaziali. Questi imprenditori di fama mondiale hanno avuto un ruolo fondamentale nel finanziare queste iniziative, superando di fatto gli ostacoli legati ed i rischi di mercato percepiti, testimoniando d'altro canto che non tutti gli imprenditori possono permettersi di avviare un *business* di questo tipo su larga scala.

Nonostante ciò, i mercati finanziari stanno diventando sempre più favorevoli verso l'industria spaziale, accelerando il processo di raccolta di capitali. Stando al report di Bryce Space and Technology pubblicato su Statista, il finanziamento delle *startup* spaziali nell'ultimo decennio è stato fortemente trainato dal capitale di rischio proveniente da fondi di *venture capital*, segno che il settore è percepito come ad alto potenziale dagli analisti e dai mercati.

Share of space start-up investors between 2012 and 2022, by type

Breakdown of space start-up investors 2012-2022, by type



Description: Between 2012 and 2022, venture capital firms accounted for more than half of startup investors. During that time period, the share of angel investors in startup space companies was 17 percent. [Read more](#)
Note(s): Worldwide; 2012 to 2022
Source(s): Bryce Space and Technology

statista

Figura 9 Provenienza finanziamenti startup spaziali

Oltre al fabbisogno di capitale, la seconda barriera significativa è rappresentata dalle economie di scopo. Le imprese che riescono a sfruttare competenze e *know-how* trasversali in più settori ottengono infatti vantaggi competitivi rilevanti. Le strategie di integrazione verticale adottate da *player* come SpaceX, che produce internamente oltre il 70% dei propri componenti consentono non solo di ridurre i costi e migliorare la qualità, ma anche di creare sinergie difficilmente replicabili. Questo, unito al discorso legato al fatto che il settore è *capital intensive*, rafforza ulteriormente le barriere all'ingresso, rendendo il settore ancora meno accessibile a nuovi concorrenti.

Potere contrattuale dei clienti

Comprendere il volume potenziale di acquirenti è essenziale per valutare il loro potere contrattuale nei confronti delle imprese concorrenti. Nonostante, come vedremo più avanti, i prezzi non siano del tutto omogenei tra le varie imprese attive nel settore, è possibile generalizzare affermando che il turismo spaziale si rivolge ad un target di clienti caratterizzato da un elevato patrimonio netto. Anche considerando le offerte più

accessibili, come quelle legate al *balloon space tourism*, l'esperienza richiede comunque un investimento minimo significativo, mentre i voli suborbitali con operatori quali Virgin Galactic o Blue Origin presentano costi ancora più elevati, per non parlare dell'*orbital space tourism* offerto da SpaceX che comporta investimenti ancora più ingenti.

Secondo la già citata *survey* condotta da Futron del 2002 e aggiornata nel 2006, il profilo medio del partecipante ad un volo suborbitale corrisponde a quello di un uomo di circa 55 anni, con un buono stato di forma fisica, un impiego stabile che possa permettergli di prendersi un mese di vacanza ed un patrimonio netto superiore ad 1 milione di dollari. La capacità di spesa rappresenta quindi il principale fattore trainante della domanda. In linea con questi dati, studi condotti qualche anno prima da Stockmans, Collins e Maita su oltre 5.500 partecipanti hanno evidenziato che il 2,7% delle persone disposte a viaggiare nello spazio sarebbe disposto a spendere tre volte il proprio salario annuo e un ulteriore 10,6% il proprio salario annuo.

I primi segnali del limitato potere contrattuale dei clienti si osservano negli aumenti di prezzo registrati nelle prevendite dei biglietti da parte delle principali compagnie, a conferma della forte domanda anticipata da parte di clienti alto spendenti, desiderosi di non precludersi la possibilità di partecipare a questo tipo di esperienza. Tali dinamiche confermano come il potere dei clienti nel settore sia relativamente basso.

Minaccia di prodotti o servizi sostitutivi

Per analizzare la minaccia di sostituzione, è necessario comprendere la proposta di valore offerta dal turismo spaziale suborbitale. Stando alle analisi qualitative condotte da numerosi studi, esaminate nel paragrafo dedicato alle *market surveys*, uno dei principali motivi per acquistare un biglietto di volo spaziale commerciale è il desiderio di essere pionieri, ovvero tra i primi a vivere un'esperienza rivoluzionaria. In questa definizione emerge chiaramente l'esigenza di essere "i primi", motivo per cui non esistono veri e propri sostituti che possano offrire la stessa esperienza. Per altri clienti, invece, viaggiare nello spazio rappresenta il coronamento di un sogno di una vita: vedere la Terra dallo spazio rappresenta un'esperienza inestimabile per cui vale la pena spendere il proprio denaro.

Un possibile sostituto parziale è rappresentato dai viaggi su palloni ad alta quota, come quelli proposti da WorldView e Zero 2 Infinity, che raggiungono altitudini comprese tra i 30 ed i 40 km, permettendo di osservare il 99% dell'atmosfera terrestre. Queste esperienze sono offerte ad un costo compreso tra circa 50.000 e 125.000 euro.

Un'altra alternativa è Zero-G, società statunitense che offre esperienze di assenza di peso tramite un Boeing 727 modificato ad un prezzo decisamente inferiore (tra i 5000 e i 15.000 dollari) a quelli presi in considerazione di sopra, ma senza raggiungere lo spazio né offrire la visione della Terra dalla quota suborbitale.

Il turismo spaziale rappresenta pertanto una proposta di valore difficilmente replicabile, in quanto offre un'esperienza irripetibile: essere spinti da un razzo nello spazio, provare l'assenza di gravità e vedere la Terra oltre i 100 km di altezza.

Di conseguenza, la minaccia di sostituti in grado di soddisfare appieno i bisogni di potenziali clienti è estremamente bassa.

Potere contrattuale dei fornitori

Per quanto riguarda la catena di fornitura dei veicoli riutilizzabili, è emersa fin dagli albori la complessità di garantire sia la qualità che la puntualità delle consegne. I componenti sono estremamente specializzati e pochissimi fornitori sono in grado di realizzare piccole produzioni personalizzate. Questo potrebbe aumentare il potere contrattuale dei fornitori; tuttavia, molte imprese stanno sempre più reagendo attraverso strategie di integrazione verticale, internalizzando la produzione di componenti critici quando non riescono ad acquistare sul mercato a condizioni vantaggiose.

Sotto questo punto di vista, SpaceX rappresenta un esempio significativo integrando verticalmente gran parte della propria produzione, offrendo in questo modo lanci commerciali a prezzi competitivi. Stiamo assistendo alla formazione di una catena del valore guidata dal mercato, in cui la minaccia di integrazione verticale da parte delle imprese contribuisce a ridurre il potere negoziale dei fornitori.

In settori più maturi, come l'aviazione, dove esiste una molteplicità di fornitori per attività non strategiche, prevale invece la tendenza alla disintegrazione verticale e all'esternalizzazione della produzione. Nel turismo spaziale, però, la scarsità di fornitori

qualificati mantiene elevato il loro potere, anche se l'integrazione verticale ne sta progressivamente limitando l'influenza. Complessivamente, il potere dei fornitori può essere considerato moderato.

Intensità della rivalità tra i concorrenti esistenti

L'industria del turismo spaziale è attualmente popolata da un numero ristretto di *player*, a causa della complessità del *business* e degli elevati costi per potervi accedere. Blue Origin, Virgin Galactic e SpaceX sono indubbiamente le aziende *leader* di mercato; secondo numerosi report recenti, esse risultano essere le realtà più avanzate nello sviluppo dei propri progetti e, di conseguenza, quelle con le maggiori prospettive di dominare il mercato nel momento in cui il *business* raggiungerà una fase di maggiore maturità. Per avere una visione d'insieme più ampia, la seguente figura presenta tutte le aziende rilevanti nel contesto dello *space tourism*.

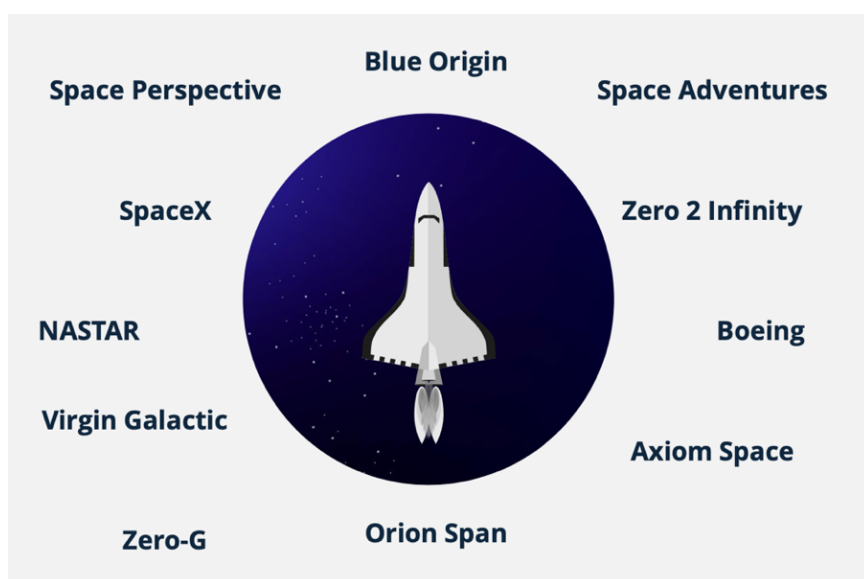


Figura 10 Principali player operanti in ambito space tourism

Le aziende più frequentemente associate all'ambito dello *space tourism* sono, almeno nell'immaginario collettivo, quelle che si concentrano esclusivamente su voli spaziali e lanci. Tuttavia, è importante considerare che esistono anche altre realtà che giocano un ruolo fondamentale; ne sono esempi le aziende che forniscono formazione specialistica e addestramento, quelle che gestiscono gli *spaceport* e quelle coinvolte nel reclutamento

privato di equipaggi destinati a missioni spaziali. Fatta eccezione per i tre grandi *player* menzionati di sopra, è infatti raro che un'azienda sia in grado di svolgere tutte le seguenti attività; per tale ragione possiamo affermare che il successo dell'industria del turismo spaziale dipenderà, oltre che dalla bravura dell'organizzazione, dalla capacità delle imprese private di lavorare in sinergia tra loro.

Di seguito una tabella riepilogativa di uno studio pubblicato nel marzo 2022 da Statista che mette in luce gli ambiti in cui ogni realtà imprenditoriale ha deciso di focalizzarsi e occuparsi, facendo una macro distinzione fra segmento orbitale (indicato in grigio) e suborbitale (indicato in celeste).

Space Tourism Service Providers in 2022					
Market Segment	Organization	Launch	Training	Private Astronaut Mission Recruitment and Management	Spaceport
Suborbital	Blue Origin	●	●	●	●
	Virgin Galactic	●	●	●	
	NASTAR		●		
	Zero-G		●		
Orbital	SpaceX	●	●	●	
	Axiom Space		●	●	
	Space Adventures			●	
	NASTAR	●			
	Zero-G	●			
	NOLS	●			

Figura 11 Mappatura delle principali aziende operanti nel settore del turismo spaziale, suddivise per segmento di mercato e attività svolte.

Come già analizzato in precedenza, il costo dell'esperienza rappresenta uno dei fattori cruciali per l'espansione dei volumi in questa tipologia di *business*. Tuttavia, trattandosi di esperienze altamente personalizzabili in base alla tipologia di volo e alla compagnia scelta, risulta poco significativo, almeno per il momento, soffermarsi eccessivamente sulla comparazione dei prezzi offerti dalle diverse compagnie, dal momento che non esiste ancora una reale competizione basata sul prezzo.

Tale situazione è riconducibile a due principali motivazioni: in primo luogo, come già accennato, il *business* non si trova ancora in una fase di maturità; in secondo luogo, il costo del biglietto risulta particolarmente oneroso, rendendo accessibile l'esperienza solo ad una percentuale estremamente ridotta della popolazione globale. Attualmente, infatti, il target di riferimento è costituito prevalentemente da *ultra-high-net-worth individuals* (UHNWI), con un progressivo ampliamento anche ai *very-high net-worth individuals* (VHNWI) e agli *high net-worth individuals* (HNWI)²⁰, soggetti che non hanno particolari problematiche nel permettersi questa tipologia di esperienza. Per questi clienti, infatti, la scelta tra una compagnia e un'altra si basa prevalentemente sulla tipologia di esperienza, sul *comfort* garantito e sulle possibilità di personalizzazione, piuttosto che su considerazioni relative al prezzo.

Risulta comunque utile comparare quali sono i prezzi offerti dalle compagnie per capire a che punto si trovano le stesse in ambito riduzione costi e sostenibilità finanziaria per sostenere gli ingenti investimenti richiesti dal *business*.

Seguendo la distinzione riportata in tabella, anche i costi differiscono notevolmente a seconda che si tratti di un'esperienza di volo suborbitale o orbitale. Partendo dalla prima tipologia, il costo per svolgere un volo suborbitale a bordo della SpaceShipTwo di Virgin Galactic ammonta attualmente a 450 mila dollari per viaggiare per la durata di 90 minuti, con un deposito iniziale richiesto pari a 150 mila dollari. La compagnia di proprietà di Richard Branson prevede di raggiungere 125 voli annuali con il nuovo spaziosplano Delta entro il 2026, trasportando 750 passeggeri all'anno, raggiungendo fatturati importanti nei primi anni che permetterebbero all'azienda di abbassare i costi per ampliare la propria clientela. Un'alternativa più economica è offerta da Space Perspectives, *startup* con sede in Florida sostenuta peraltro da Richard Branson. Con un costo pari di 125 mila dollari è possibile prenotare un volo suborbitale a bordo di una capsula pressurizzata sollevata da una mongolfiera ad alta quota.

Pur essendo ancora in fase di *test*, l'azienda ha già raccolto circa 1.600 prenotazioni, per un valore stimato complessivo di circa 200 milioni di dollari. Nelle intenzioni della

²⁰ La letteratura accademica classifica con questi termini individui aventi un patrimonio superiore rispettivamente a 5 milioni di dollari e ad 1 milione di dollari, escludendo il valore della residenza principale.

società, il viaggio dovrebbe durare sei ore e offrire *comfort* di alto livello, tra cui servizi di cibo e bevande e connettività *Wi-Fi*. Tuttavia, permangono incertezze circa la piena realizzazione del progetto, dal momento che i voli di prova finora effettuati hanno raggiunto un'altitudine massima di circa 30 chilometri, ben al di sotto della linea di Kármán.

Al contrario delle due società precedentemente citate, Blue Origin non ha ancora reso pubblici i prezzi ufficiali per partecipare ad un proprio volo suborbitale. Tuttavia, nel 2021 è stata condotta un'asta per un posto sul volo inaugurale, che ha raggiunto l'offerta di 28 milioni di dollari; stime più recenti suggeriscono costi tra 500.000 e 1,3 milioni di dollari per passeggero.

Per quanto concerne AxiomSpace e SpaceX, i prezzi risultano inevitabilmente più elevati, in quanto le aziende operano su una scala differente, affrontando costi significativamente superiori. Un volo orbitale, con annesso relativo soggiorno per almeno una settimana, come quelli verso la Stazione Spaziale Internazionale (ISS), ha un costo di circa 55 milioni di dollari per passeggero, secondo i dati della NASA per le missioni commerciali del 2024.

Questi prezzi riflettono chiaramente un mercato di natura elitaria. Un'indagine condotta da UBS nel 2023 evidenzia che, a livello globale, circa 1,78 milioni di persone possiedono un patrimonio netto superiore a 10 milioni di dollari, l'attuale target principale delle esperienze di volo suborbitale. Secondo il rapporto “*World Wealth Report del 2024*” pubblicato dal Capgemini Research Institute, il numero di persone che risponde ai parametri di *high-net-worth-individuals* (UHNWI) si attesta invece intorno alle 220.000 unità. Questa fascia costituisce il bersaglio di riferimento privilegiato sia per i voli orbitali sia per quelli suborbitali. L'analisi combinata di questi dati, insieme alle indagini sull'interesse manifestato nei confronti dei viaggi spaziali, conferma che, nonostante gli attuali costi elevati, esiste una domanda potenziale reale e consistente per questo tipo di esperienze, a sostegno delle prospettive di crescita futura del settore.

Il futuro del turismo spaziale dipenderà in misura significativa dalla capacità delle aziende di ridurre i costi operativi, rendendo l'accesso allo spazio più sostenibile e competitivo. Tutti i principali *player* analizzati stanno perseguendo attivamente questo obiettivo

attraverso innovazioni tecnologiche e modelli di volo riutilizzabili. SpaceX si colloca all'avanguardia grazie ai suoi razzi riutilizzabili: il Falcon 9 ha già permesso di ridurre il costo di lancio a circa 10 milioni di dollari per missione. Con il nuovo sistema Starship, progettato per trasportare fino a 100 passeggeri, Elon Musk ipotizza un ulteriore abbattimento dei costi, con un prezzo per biglietto che potrebbe scendere a circa 100.000 dollari, contro gli attuali 55 milioni richiesti per una missione orbitale.

Anche Blue Origin e Virgin Galactic, grazie allo sviluppo di veicoli riutilizzabili come il New Shepard e la SpaceShipTwo, puntano a rendere i voli suborbitali progressivamente più accessibili, con stime di mercato che prevedono prezzi compresi tra 50.000 e 100.000 dollari entro il 2035. Se queste strategie si realizzeranno con successo il turismo spaziale potrà evolversi superando l'attuale mercato di nicchia a cui si rivolge.

Per completare l'analisi sui principali *player* del turismo spaziale, si riporta di seguito una tabella riepilogativa che confronta l'esperienza proposta, il prezzo per passeggero, la data di riferimento, nonché informazioni strategiche come *mission*, *vision* e tipo di veicolo utilizzato. Questo confronto permette di cogliere non solo le differenze economiche e operative tra le varie offerte, ma anche le diverse impostazioni tecnologiche e i valori che guidano lo sviluppo delle principali imprese attive nel settore.

FORZA	VALUTAZIONE	PUNTI PRINCIPALI
Minaccia di nuovi entranti	Bassa	Barriere all'ingresso elevate: -Grande fabbisogno di capitale finanziario per avviare il business -Economie di scala e scopo già raggiunte dalle imprese già presenti
Potere contrattuale dei clienti	Limitato	- Forte domanda anticipata di clienti alto spendenti (UHNWI, HNWI) - Prezzi in aumento senza perdita di domanda
Minaccia di sostituti	Estremamente bassa	- Esperienza irripetibile (assenza di gravità, visione della Terra da alta quota) - Alternative parziali: balloon space tourism (30-40 km di altitudine, 50-125k€) e voli Zero-G (5-15k\$)
Potere contrattuale dei fornitori	Moderato	- Dipendenza da componenti specializzati prodotti da aziende terze - Crescente implementazione di strategie di integrazione verticale (es. SpaceX produce internamente il 70% dei componenti)
Intensità della rivalità	Bassa	- Numero ristretto di player sul mercato (Virgin Galactic, Blue Origin, SpaceX) - Assenza di competizione basata sul prezzo - Mercato ancora in fase iniziale di sviluppo

Figura 12 Rappresentazione sintetica dell'analisi delle 5 Forze di Porter nel settore del turismo spaziale

Company	Virgin Galactic	Blue Origin	SpaceX
Experience	Volo suborbitale	Volo suborbitale	Volo orbitale
Vision	Rendere il volo nello spazio accessibile a tutti	Costruire un futuro in cui milioni di persone possano vivere e lavorare nello spazio	Rendere la vita multiplanetaria, stabilendo una città autosufficiente su Marte
Mission	Rendere lo spazio accessibile a tutti, offrendo esperienze spaziali trasformative con un servizio eccezionale	Costruire una strada verso lo spazio, riducendo i costi e aumentando la sicurezza dell'accesso, con l'obiettivo di preservare la Terra e generare benefici per l'umanità	Rivoluzionare la tecnologia spaziale, con l'obiettivo finale di permettere alle persone di vivere su altri pianeti.
Tipologia di velivolo	SpaceShipTwo, veicolo suborbitale a decollo orizzontale HTHL (Horizontal Takeoff Horizontal Landing)	New Shepard razzo suborbitale riutilizzabile che supporta la tecnologia VTVL (Vertical Takeoff Vertical Landing)	Crew Dragon, capsula orbitale lanciata dal razzo Falcon 9
Prezzo per passeggero	450.000 \$	Prezzo non ufficiale: \$28.000.000 (asta per il primo volo). Prezzo reale attuale non ancora divulgato	Circa \$50.000.000 (stima, non ufficiale in quanto varia in base alla missione).
Prima data utile	Disponibile da luglio 2022	Disponibili dal 12 ottobre 2021	Disponibile dal 16-18 settembre 2021
Durata del volo	Circa 90 minuti, con pochi minuti in microgravità	Circa 11 minuti, con circa 3 minuti in microgravità	Da 1 a 5 giorni, a seconda della missione
Altitudine raggiunta	Circa 85 km, sotto la linea di Kármán a 100 km	Circa 106 km, sopra la linea di Kármán	Oltre 400 km, orbita terrestre bassa LEO

Figura 13 Confronto tra Virgin Galactic, Blue Origin e SpaceX nel contesto del turismo spaziale

3. CASE STUDY: VIRGIN GALACTIC E LO SPAZIOPORTO DI GROTTAGLIE

3.1. STORIA DI VIRGIN GALACTIC

Virgin Galactic è una compagnia di volo spaziale anglo-americana fondata dall'imprenditore britannico Richard Branson che nel 2004 registrò ufficialmente il marchio con l'ambizione di rendere lo spazio accessibile ad un pubblico più ampio composto non solo dalle aziende governative con i rispettivi astronauti professionisti, ma anche da cittadini privati volenterosi di vedere il pianeta dall'alto. Branson non ha mai nascosto la sua passione per lo spazio esplicitando che la stessa gli è stata trasmessa dal padre in occasione dello sbarco sulla Luna del 1969. A conferma di ciò risulta rilevante un'uscita pubblica risalente al 1988 quando partecipò alla trasmissione *Going Live!* sui canali ufficiali della BBC. Durante l'episodio, una giovane telespettatrice di nome Shihan Musafer telefonò in diretta per chiedergli: "Hai mai pensato di andare nello spazio?" Branson rispose:

"I think pretty well everybody watching this show would love to go to space. I mean, when you see those magnificent pictures in space and the incredible views, I think there could be nothing nicer. So if you're building a spacecraft, I'd love to come with you on it".

Questa affermazione, apparentemente spontanea, può essere letta oggi come l'origine simbolica di Virgin Galactic, la compagnia che Branson fonderà sedici anni più tardi per realizzare quel sogno.

La prima conquista che renderà la visione di Branson più chiara sarà la vittoria dell'*Ansari X-Prize* (competizione ideata dalla *X Prize Foundation* per incentivare l'innovazione nel volo spaziale privato) da parte dello SpaceShipOne della compagnia Scaled Composites. Il velivolo riuscì infatti a raggiungere lo spazio e tornò in sicurezza per due volte in due settimane, rappresentando un momento spartiacque e confermando la fattibilità del volo spaziale commerciale. Tale successo attirò immediatamente l'attenzione di Richard Branson, che capì che quello era solo il punto di partenza per trasformare il sogno del

volo spaziale suborbitale in un'impresa commerciale. Nel 2005, Branson avviò una collaborazione con Burt Rutan²¹ e fondò The Spaceship Company (TSC), una *joint venture* tra Virgin Group (70%) e Scaled Composites (30%), con l'obiettivo di costruire una flotta commerciale ispirata alla tecnologia di SpaceShipOne. Il progetto prevedeva la realizzazione di SpaceShipTwo, una navetta suborbitale più grande e in grado di trasportare fino a sei passeggeri e due piloti. Come già accennato nel primo capitolo, la navetta sarebbe stata trasportata in quota da un aereo madre, il WhiteKnightTwo, e da lì sarebbe stata rilasciata per proseguire il volo fino al confine con lo spazio.

Nonostante la portata innovativa dell'iniziativa, Virgin Galactic dovette affrontare una serie di sfide tecniche e logistiche. Lo sviluppo della SpaceShipTwo subì significativi ritardi, in parte causati dalla complessità dell'iniziativa e dalla necessità di rispettare rigorosi *standard* di sicurezza. Il momento più critico si verificò il 31 ottobre 2014, quando, durante un volo di prova, la navetta VSS Enterprise si disintegrò in volo sopra il deserto del Mojave. Questo tragico incidente, riconducibile ad un errore umano e a carenze progettuali nel sistema di sicurezza del veicolo, costò la vita al copilota Michael Alsbury e provocò ferite gravi al pilota Peter Siebold. Le indagini condotte dalla National Transportation Safety Board (NTSB) rivelarono l'assenza di protezioni meccaniche che avrebbero potuto evitare l'attivazione prematura del sistema di frenata aerodinamica, enfatizzando l'importanza di considerare i fattori umani nella progettazione di veicoli spaziali commerciali.

Nonostante il duro colpo subito in termini reputazionali, Virgin Galactic decise di non abbandonare il progetto. Nel febbraio 2016 venne presentata la nuova navetta, la VSS Unity, caratterizzata da misure di sicurezza potenziate e miglioramenti strutturali. Dopo una lunga fase di *test*, sia planati che motorizzati, nel dicembre 2018 la VSS Unity raggiunse per la prima volta lo spazio, superando gli 82 chilometri di altitudine. A febbraio 2019, si svolse un secondo volo con a bordo, per la prima volta, un passeggero oltre ai piloti. Nel luglio del 2021, Richard Branson partecipò personalmente alla missione Unity 22, segnando il primo volo spaziale suborbitale con il fondatore di una

²¹ famoso ingegnere aerospaziale statunitense, noto per il suo approccio rivoluzionario al *design* di aerei e veicoli spaziali, nonché fondatore di Scaled Composites.

compagnia a bordo del proprio veicolo. Il volo raggiunse gli 86 chilometri, regalando ai presenti alcuni minuti di microgravità.

Nel 2022 Virgin Galactic ha annunciato l'apertura delle prenotazioni dei biglietti al pubblico, stabilendo il prezzo di 450.000 dollari. A giugno 2023 ha avuto luogo il primo volo commerciale, Galactic 01, seguito da altri voli fino a giugno 2024, quando l'operatività della Unity è stata sospesa per far posto allo sviluppo della nuova generazione di veicoli Delta. Questi mezzi sono progettati per aumentare la frequenza dei voli, ridurre i costi operativi e garantire una maggiore affidabilità. Virgin Galactic prevede di avviare i voli con i veicoli Delta nel 2026, con l'ambizioso obiettivo di raggiungere una cadenza settimanale.

Parallelamente, la compagnia ha investito nello sviluppo di infrastrutture, come lo Spaceport America nel New Mexico, che funge da sede per le operazioni di volo e per il centro di addestramento di astronauti e passeggeri. L'intera visione di Branson, nata da un sogno di gioventù, si è così trasformata in un'impresa concreta che ha reso il turismo spaziale una realtà, sebbene riservata ancora a pochi. La storia di Virgin Galactic si colloca all'interno di un contesto più ampio, caratterizzato dalla crescente privatizzazione dello spazio, in cui attori privati giocano un ruolo sempre più centrale nell'accesso all'orbita e nell'innovazione aerospaziale.

3.2. ANALISI SWOT

L'analisi SWOT è uno strumento di pianificazione strategica che consente di identificare e valutare i punti di forza, le debolezze, le opportunità e le minacce che caratterizzano un'impresa. Elaborata dal ricercatore Albert Humphrey negli anni Sessanta presso lo Stanford Research Institute, questa metodologia è stata concepita per supportare le aziende nella fase di elaborazione di strategie efficaci, attraverso una visione integrata dei fattori interni ed esterni. Ancora oggi, l'analisi SWOT rappresenta uno degli approcci più utilizzati per analizzare il posizionamento competitivo ed orientare le scelte di sviluppo.

3.2.1 STRENGTHS

In questa prospettiva, per comprendere le fonti del vantaggio competitivo di Virgin Galactic risulta utile analizzare i principali punti di forza che distinguono l'azienda nel settore del turismo spaziale commerciale; essi derivano da una combinazione di innovazione tecnologica, capacità produttive, *brand reputation* ed accesso a risorse strategiche, elementi che nel loro insieme conferiscono a Virgin Galactic una posizione di *leadership* e la rendono difficilmente replicabile nel breve termine.

I principali punti di forza dell'azienda di proprietà di Branson sono:

- 1) **Tecnologia e capacità differenziate:** sin dalla sua fondazione nel 2004, Virgin Galactic ha lavorato per sviluppare un sistema di volo spaziale basato su velivoli riutilizzabili in modo da aumentare la frequenza di voli oltre che efficientare tutte le *operations* correlate. Questo sistema è stato alla base del rilascio, nel 2016, della licenza commerciale di lancio spaziale da parte della FAA.

L'attuale sistema di volo spaziale ed il motore a razzo ibrido offrono caratteristiche distintive che garantiscono sicurezza, efficienza ed un'esperienza unica. In particolare, la *value proposition* offerta ai clienti di Virgin Galactic comprende:

- Decollo e atterraggio orizzontali con veicoli alati su piste aeroportuali tradizionali per vivere un'esperienza simile a quella aerea.
- Utilizzo dell'aereo madre White Knight Two per la prima fase del volo, seguito dal lancio aereo della navetta spaziale, al fine di massimizzare sicurezza ed efficienza;
- Missioni progettate e pilotate da astronauti professionisti per incrementare fiducia e sicurezza;
- Struttura ultraleggera in carbonio resistente e durevole;
- Motore ibrido sicuro, disattivabile in qualsiasi momento del volo;
- Cabina spaziosa con molte finestre per vivere l'assenza di gravità e ammirare la Terra;

- Sistema unico di “piumaggio alare” per un rientro sicuro e controllato;
- Cabina versatile, adatta sia a missioni scientifiche che a voli turistici;
- Sistema altamente riutilizzabile, con sostituzione del solo motore a razzo dopo ogni volo.

2) **Brand iconico associato ad esperienze uniche:** il marchio Virgin gode di una reputazione eccezionale a livello mondiale grazie al suo portafoglio di attività molto diversificato capace di offrire esperienze innovative e di alta qualità per il cliente. In questo caso il percorso da offrire al consumatore finale è stato designato avvalendosi dei preziosi contributi di astronauti che si sono impegnati nella causa. L’esperienza offerta da Virgin Galactic comincia infatti con l’acquisto del biglietto per partecipare all’esperienza e si estende ben oltre il volo, includendo l’accesso ad una comunità internazionale di astronauti, eventi, viaggi ed esperienze curate dal *team* dell’azienda. Il percorso comprende anche numerosi giorni di addestramento personalizzato presso lo *Spaceport* America, il primo spatioporto commerciale costruito in New Mexico appositamente per tali operazioni. Al termine del volo, i partecipanti ricevono un pacchetto multimediale costituito da foto e video e mantengono l’accesso alla community di astronauti Virgin Galactic.

3) **Competizione limitata e barriere all’ingresso naturali:** l’ingresso nel mercato dei voli spaziali commerciali, come già approfondito nell’analisi PESTEL del precedente capitolo, richiede ingenti investimenti e anni di sviluppo. Fondata nel 2004, Virgin Galactic ha beneficiato di un vantaggio temporale, essendo stata la prima a sviluppare un’esperienza suborbitale con equipaggio. Questo percorso pionieristico ha comportato notevoli risorse economiche e tecniche, che ad oggi risultano comparabili solo a quelle di un altro operatore, Blue Origin, il quale ha però adottato un’architettura di lancio differente, decollando ed atterrando verticalmente.

4) **Capacità specializzate ed integrate di progettazione e produzione:** le competenze all’interno della compagnia sono integrate ed altamente specializzate.

Ciò consente di gestire internamente la maggior parte degli aspetti di progettazione e produzione dei veicoli spaziali ed aerei madre. Tra queste rientrano la capacità di realizzare prototipi in tempi rapidi, l'esperienza nella lavorazione di materiali compositi e lo sviluppo di veicoli ad alte prestazioni grazie ad un *team* specializzato, presso i campus di Mojave per *test* e produzione e presso la sede di Tustin per ricerca e progettazione dei velivoli. Nonostante l'azienda sia fortemente integrata verticalmente, esistono alcune collaborazioni con imprese terze per la produzione di sottosistemi per la nuova generazione delle navicelle Delta, che saranno assemblate nel nuovo impianto in Arizona e saranno pronte a decollare nell'estate del 2026.

- 5) **Sistemi di propulsione e strutture di supporto:** il motore a razzo ibrido rappresenta un elemento centrale del sistema di volo. Le tecnologie e le infrastrutture disponibili, di proprietà di Virgin Galactic, ne permettono l'integrazione nel programma Delta ed una produzione su scala efficiente anche dal punto di vista dei costi. Addentrandoci in dettagli più tecnici, le strutture includono impianti per *test* di accensione a piena scala, denominati "*hot fire*", necessari per verificarne le prestazioni. Esiste inoltre un *team* Rocket Systems che si occupa di esplorare nuove opportunità commerciali, in modo da valorizzare la proprietà intellettuale sviluppata.
- 6) **Primo spaziorpoto commerciale costruito appositamente:** i voli decollano da "*Gateway to Space*" presso lo *Spaceport America*, progettato per essere funzionale e al contempo spettacolare, offrendo un'esperienza memorabile. Situato nel New Mexico, si estende su oltre 25 miglia quadrate di deserto, disponendo di uno spazio aereo riservato di 6.000 miglia quadrate che va dal suolo allo spazio, con un clima desertico che garantisce condizioni di lancio stabili tutto l'anno. Sebbene non sia di proprietà (è infatti concesso solamente in locazione) la struttura è stata realizzata in funzione delle esigenze operative di Virgin Galactic.
- 7) **Management esperto e *team* di volo leader nel settore:** l'attuale CEO ha maturato oltre 30 anni di carriera presso The Walt Disney Company, ricoprendo il ruolo di Presidente e Direttore Generale di Disney Parks International. La

squadra dirigenziale comprende esperti del settore aerospaziale, tra cui l'ex responsabile dell'integrazione dei lanci dello Space Shuttle della NASA. Il gruppo piloti ha alle spalle decenni di esperienza e include ex collaudatori della Royal Air Force, della Royal Canadian Air Force, della U.S. Air Force, dell'Aeronautica Militare Italiana, un ex astronauta della NASA ed un collaudatore del Corpo dei Marines degli Stati Uniti. Il *team* commerciale riunisce professionisti con una solida esperienza nello sviluppo di *brand* nel settore dei voli spaziali, nella vendita di prenotazioni e nella gestione della comunità di astronauti.

3.2.2 WEAKNESSES

Oltre ai punti di forza, l'analisi SWOT richiede di evidenziare anche le principali aree di debolezza che potrebbero limitare la crescita o compromettere la sostenibilità futura dell'impresa. Nel caso di Virgin Galactic, emergono alcune criticità strutturali e operative, che riguardano sia aspetti finanziari sia fattori legati al mercato, alla sicurezza dei voli e alla gestione del *brand*. Di seguito vengono sintetizzati i principali punti di debolezza individuati:

- 1) **Perdite finanziarie elevate:** *“we have incurred significant losses since inception, we expect to incur losses in the future and we may not be able to achieve or maintain profitability”*. Ciò è quanto si legge alla pagina numero 20 del *Form 10-K*, Virgin Galactic Holdings Inc., 2024, a conferma del fatto che Virgin Galactic sta effettivamente affrontando non poche difficoltà finanziarie. Sin dall'inizio delle operazioni, l'azienda ha registrato perdite nette per 346,7 milioni di dollari nel 2024 e di 502,3 milioni di dollari nel 2023. Tale *performance* finanziaria evidenzia le difficoltà nell'attuazione del modello di *business* nel lungo periodo e, le incertezze legate allo sviluppo dei veicoli spaziali Delta Class, rendono difficile prevedere i risultati operativi futuri. Sebbene vi siano aspettative di crescita il rischio che le perdite finanziarie possano superare le previsioni rimane elevato. Di conseguenza, la capacità di raggiungere e mantenere la redditività è ancora incerta, con possibilità che l'azienda non riesca ad ottenere profitti o, se li ottenesse, a mantenerli ed aumentarli.

- 2) **Il mercato del volo spaziale è ancora emergente:** il mercato dei voli spaziali commerciali è ancora nelle fasi iniziali di sviluppo e, sebbene le stime del *total addressable market* basate su dati interni, di terze parti e sull'interesse espresso dai consumatori risultino incoraggianti, esistono numerose incertezze. Le stime si fondano su ipotesi riguardo la frequenza dei voli, i prezzi praticati da Virgin e dalle capacità operative e produttive. Nonostante le previsioni siano basate su dati ragionevoli, queste ipotesi potrebbero essere compromesse se le condizioni di mercato dovessero cambiare in modo imprevisto a causa per esempio di eventi *disruptive*. La possibilità che il mercato non raggiunga il potenziale di crescita previsto o che cresca più lentamente di quanto ci si aspetti è un rischio significativo che potrebbe influenzare la sostenibilità economica a lungo termine e la capacità di attrarre investimenti per il settore.
- 3) **Rischi operativi legati alla sicurezza dei voli:** l'azienda di proprietà di Richard Branson sviluppa e opera sistemi di volo spaziale avanzati, offrendo un'esperienza unica per gli astronauti. Nonostante siano stati implementati processi operativi rigorosi per garantire che il *design*, la produzione, le prestazioni e la manutenzione dei sistemi rispettino gli *standard* di sicurezza, non possono essere esclusi difetti di progettazione o produzione, errori da parte degli operatori di volo, guasti tecnici, o altre problematiche che potrebbero compromettere la sicurezza, causando danni catastrofici.
- 4) **Dipendenza dal *brand* Virgin:** l'azienda dipende dalla licenza d'uso del nome e del marchio Virgin Galactic e del logo "Virgin", ma non ha il controllo diretto sul *brand* Virgin, che è utilizzato infatti anche da altre società operanti in settori diversi. Sebbene il *brand* Virgin sia associato a valori di qualità, innovazione e creatività e ci sia una strategia integrata a monte, la sua gestione e protezione sono parzialmente fuori dallo stretto controllo del comparto aerospaziale. Qualsiasi pubblicità negativa relativa al marchio Virgin o alle società che lo utilizzano potrebbe avere un impatto negativo sulle attività di Virgin Galactic, danneggiandone la reputazione e riducendo la fiducia dei consumatori, dei dipendenti e degli investitori.

- 5) **Mancanza di test sui voli con capacità piena di passeggeri e ritardi nello sviluppo dei veicoli spaziali della Delta Class:** sebbene l'azienda abbia completato con successo alcuni voli commerciali con il sistema di volo spaziale Unity, la piena capacità operativa dei veicoli spaziali Delta Class non è ancora stata testata. I voli con sei passeggeri sono ancora in fase di sviluppo e il successo delle operazioni future dipenderà dalla capacità aziendale di mantenere il numero previsto di passeggeri per volo. Qualsiasi riduzione del numero di passeggeri rispetto alle aspettative potrebbe influire negativamente sulla generazione di ricavi. Inoltre, la produzione e il lancio dei veicoli spaziali di nuova generazione e delle tecnologie correlate potrebbero subire ritardi, che se dovessero persistere o complicarsi ulteriormente precluderebbero l'avvio del servizio commerciale nei tempi previsti, con un impatto negativo sulla situazione finanziaria e sui risultati operativi.

3.2.3 OPPORTUNITIES

Accanto alle criticità, Virgin Galactic può contare su importanti opportunità di crescita, legate al consolidamento della domanda, all'innovazione tecnologica e all'espansione internazionale. Di seguito sono riportate più nel dettaglio le principali aree di crescita individuate:

- 1) **Notevole portafoglio ordini e domanda latente:** Al 31 dicembre 2024, Virgin Galactic ha trasportato 23 astronauti paganti e ricevuto circa 700 prenotazioni da privati, che rappresentano circa 190 milioni di dollari di entrate previste, stando all'ultimo report finanziario ufficiale depositato da Virgin Galactic alla SEC il 31 dicembre 2024 (*Form 10-K*, Virgin Galactic Holdings Inc., 2024). Oltre a ciò, l'azienda anglo-americana ha già trasportato decine di carichi utili per missioni di ricerca, rendendo nota la sua volontà di essere un punto di riferimento anche per la comunità scientifica.
- 2) **Diversificazione tecnologica e nuovi settori di applicazione:** Virgin Galactic ha come obiettivo la continua ricerca dell'innovazione, volta non solo a migliorare la propria offerta, ma anche ad esplorare l'applicazione delle tecnologie, di cui è proprietaria in ambiti diversi come il *design*, l'ingegneria, la produzione di

materiali compositi, la propulsione ad alta velocità e l'industrializzazione per altri usi commerciali e governativi. Questo *know-how* può generare nuove linee di *business* ed offrire opportunità di collaborazione con soggetti pubblici e privati esterni al settore del turismo spaziale.

- 3) Espansione geografica e collaborazioni istituzionali:** vista la rilevanza strategica delle attività condotte da Virgin Galactic, spendibili come evidenziato sia in termini di turismo spaziale che di ricerca scientifica, per l'azienda anglo-americana si prospetta un ampio ventaglio di opportunità di espansione internazionale. Tra gli scenari più probabili vi è la costruzione di nuovi *spaceport* e la stipula di accordi con agenzie governative estere. Un esempio concreto è rappresentato dall'*Accordo di Cooperazione* firmato nel dicembre 2024 con l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) con la finalità di valutare la fattibilità di operazioni di volo spaziale nello spaziorporto di Grottaglie, in Puglia. Parallelamente, l'azienda intende continuare ad ampliare le proprie attività nel settore dei *payload* governativi e della ricerca scientifica, sviluppando ulteriori *partnership* commerciali in ambito pubblico e privato. L'azienda ha già condotto missioni finanziate da enti governativi, come nel caso del volo "Galactic 01" sponsorizzato dall'Aeronautica Militare e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche italiano (CNR), durante il quale sono stati effettuati esperimenti scientifici in condizioni di microgravità. Inoltre, più agenzie governative e centri di ricerca hanno espresso interesse²² per collaborazioni future.

3.2.4 THREATS

Oltre alle opportunità, l'analisi SWOT evidenzia alcune minacce esterne che potrebbero condizionare negativamente l'attività e la crescita futura di Virgin Galactic. Di seguito vengono sintetizzate le principali aree di rischio individuate:

- 1) Possibili inasprimenti normativi da parte della FAA:** Virgin Galactic opera sotto la supervisione della Federal Aviation Administration (FAA), che regola sia i voli spaziali sia quelli sperimentali. Fino al 1° gennaio 2028 è in vigore un

²² "Multiple government agencies and research institutions have expressed interest in contracting with us to launch research payloads to space and to conduct suborbital experiments". Virgin Galactic Holdings Inc. (2024), Form 10-K, p. 15.

periodo transitorio, detto *learning period*, durante il quale la FAA ha un'autorità limitata nel regolamentare la sicurezza dei passeggeri umani a bordo dei veicoli spaziali. Al termine di questo periodo, l'azienda potrebbe essere soggetta a regolamenti più restrittivi, con un impatto significativo sui costi e sulla complessità operativa. Inoltre, Virgin Galactic dovrà adeguarsi al nuovo quadro normativo previsto dal regolamento FAA parte 450 per continuare ad operare con i futuri veicoli Delta Class. Il mancato rispetto delle normative potrebbe comportare sanzioni o la sospensione delle licenze necessarie allo svolgimento dei voli.

- 2) **Minacce alla sicurezza fisica e informatica e rischi reputazionali:** Virgin Galactic è esposta a potenziali minacce fisiche alle proprie strutture e al personale, incluse eventualità come attacchi terroristici, disastri naturali o altri eventi ostili. Sebbene l'azienda collabori con aziende esterne per mitigare tali rischi, alcune misure di sicurezza restano fuori dal suo controllo diretto. Un'insufficiente protezione potrebbe danneggiare la reputazione dell'azienda, generare responsabilità legali ed aumentare i costi operativi, imponendo investimenti aggiuntivi in infrastrutture di sicurezza. In parallelo, Virgin Galactic è soggetta a crescenti minacce informatiche, tra cui *malware*, attacchi da parte di *hacker* sponsorizzati da stati o gruppi criminali, oltre a rischi derivanti da errori umani e vulnerabilità nei sistemi dei fornitori esterni. Questi attacchi potrebbero compromettere la riservatezza e l'integrità dei dati sensibili, causare interruzioni operative, danni reputazionali e generare ingenti costi legati a contenziosi. Nonostante Virgin Galactic abbia implementato un programma di *governance* della sicurezza informatica conforme a *standard* riconosciuti (NIST, ISO 27001) e conduca *test* periodici, non vi è alcuna garanzia che tali misure siano sufficienti a fronteggiare minacce in continua evoluzione, soprattutto con l'aumento dell'utilizzo dell'intelligenza artificiale, che può introdurre nuovi rischi non ancora del tutto compresi.
- 3) **Difficoltà nell'accesso a finanziamenti aggiuntivi:** l'azienda potrebbe necessitare di finanziamenti aggiuntivi per sostenere le proprie operazioni e far fronte alle esigenze di crescita futura. Tuttavia, l'accesso a tali fondi potrebbe non

essere disponibile quando necessario, o potrebbe essere offerto a condizioni sfavorevoli o in casi estremi non essere disponibile affatto. Eventuali difficoltà nell'ottenere finanziamenti attraverso emissioni di titoli o prestiti potrebbero ridurre la capacità dell'azienda di rispondere alle pressioni competitive e limitare la propria capacità di espansione. Le attuali condizioni economiche, come l'inflazione, i tassi di interesse elevati o situazioni di crisi passate, come la pandemia di COVID-19, potrebbero rendere i mercati finanziari ancora più instabili, aumentando ulteriormente le difficoltà nel reperire capitali. Inoltre, il ricorso a finanziamenti attraverso debito potrebbe comportare clausole restrittive che ridurrebbero la flessibilità operativa e influenzerebbero negativamente la redditività.

S

- 1) Tecnologia e capacità differenziate
- 2) Brand iconico associato ad esperienze uniche
- 3) Competizione limitata e barriere all'ingresso naturali
- 4) Capacità specializzate ed integrate di progettazione e produzione
- 5) Sistemi di propulsione e strutture di supporto
- 6) Primo spaziorporto commerciale costruito appositamente
- 7) Management esperto e team di volo leader nel settore

W

- 1) Perdite finanziarie elevate
- 2) Il mercato del volo spaziale è ancora emergente
- 3) Rischi operativi legati alla sicurezza dei voli
- 4) Dipendenza dal brand Virgin
- 5) Mancanza di test sui voli con capacità piena di passeggeri e ritardi nello sviluppo dei veicoli spaziali della Delta Class

O

- 1) Notevole portafoglio ordini e domanda latente
- 2) Diversificazione tecnologica e nuovi settori di applicazione
- 3) Espansione geografica e collaborazioni istituzionali

T

- 1) Possibili inasprimenti normativi da parte della FAA
- 2) Minacce alla sicurezza fisica e informatica e rischi reputazionali

Figura 14 Analisi SWOT di Virgin Galactic nel settore del turismo spaziale

3.3. BUSINESS MODEL E PROSPETTIVE FUTURE

Per comprendere appieno il funzionamento e il posizionamento strategico di Virgin Galactic dobbiamo esaminare nel dettaglio il suo modello di *business*, articolato in più componenti interconnesse.

La *value proposition* dell'azienda consiste nell'offerta di voli suborbitali della durata complessiva di circa 90 minuti, durante i quali si raggiunge una quota di circa 85 km, rimanendo entro la Linea di Kármán. Tuttavia, ciò che viene offerto va ben oltre il semplice volo: i clienti acquistano infatti un'esperienza completa, articolata in più giorni, che si svolge presso la base operativa di Spaceport America, nel New Mexico. Questo spaziorpoto ospita il programma di addestramento prevolo, le riunioni tecniche ed il lancio dei velivoli. I passeggeri, denominati da Virgin Galactic stessa come *future astronauts*, ricevono anche l'accesso ad una comunità esclusiva che include inviti ad eventi, esperienze e viaggi internazionali legati al mondo Virgin, rafforzando il senso di appartenenza e la fedeltà al *brand*.

Virgin Galactic si rivolge a segmenti di clientela ben definiti: *very-high-net-worth-individuals* (VHNWI) ed *ultra-high-net-worth-individuals* (UHNWI), individui ad alto reddito alla ricerca di esperienze uniche, ma non rinuncia ad indirizzare la propria offerta ad enti di ricerca, università ed agenzie pubbliche interessate a condurre esperimenti scientifici nello spazio. Come evidenziato nel paragrafo precedente, l'azienda ha già raccolto circa 700 prenotazioni per un totale stimato di 190 milioni di dollari in ricavi futuri.

Per raggiungere i potenziali clienti, Virgin Galactic adotta un approccio di vendita diretto²³ basato su un contatto personale e consulenziale. Inoltre, per ampliare il proprio pubblico e attrarre nuovi segmenti, l'azienda si avvale anche della collaborazione con agenzie di viaggi di lusso che contribuiscono a promuovere l'esperienza di volo spaziale presso una clientela selezionata. Le relazioni con i clienti, invece, sono curate attraverso un *onboarding* personalizzato, attività di formazione prevolo, contatto diretto con

²³ "Given that sales of spaceflights are consultative and generally require a one-on-one sales approach, we are focused on developing different sales journeys to engage and educate interested individuals and to drive sales conversion in a scalable way". Virgin Galactic Holdings Inc. (2024), Form 10-K, p. 14.

l'Astronaut Office e l'accesso a contenuti, eventi e aggiornamenti tramite un'app dedicata.

Le attuali fonti di ricavo derivano principalmente dalla vendita dei biglietti per i voli spaziali e da missioni scientifiche commissionate da enti pubblici o privati, ma non si esclude in futuro di ampliare la gamma di attività in settori correlati.

Alla base di questo modello si trovano diverse risorse chiave: i veicoli spaziali riutilizzabili (VSS Unity e i futuri Delta Class), il *mothership* VMS Eve, i motori a razzo ibridi sviluppati internamente, la proprietà intellettuale, il marchio Virgin concesso in licenza esclusiva, le strutture operative negli Stati Uniti (in particolare lo Spaceport America e gli stabilimenti in Arizona e California) ed il personale altamente specializzato in ambito aerospaziale, ingegneristico e commerciale.

Le attività chiave comprendono progettazione, produzione e collaudo dei veicoli, sviluppo di nuove tecnologie, l'esecuzione delle missioni di volo, la gestione della *customer experience* e le attività di formazione e manutenzione.

Sul piano strategico, Virgin Galactic si avvale di *partner* chiave fondamentali: collabora con la NASA per le missioni scientifiche, ha accordi istituzionali come quello con l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) per valutare le future operazioni in Europa e lavora con fornitori esterni per la produzione dei nuovi veicoli Delta, mantenendo il controllo sull'assemblaggio e sull'*engineering*. Inoltre, la società opera sotto licenza esclusiva del marchio Virgin, concesso da Virgin Enterprises, a fronte del pagamento di *royalties* proporzionali ai ricavi.

La struttura dei costi riflette l'elevato investimento tecnologico e infrastrutturale richiesto dal settore: le principali voci includono lo sviluppo e la produzione dei veicoli spaziali e dei motori, la manutenzione delle infrastrutture e delle operazioni di volo, le spese per il personale qualificato e le *royalties* versate per l'utilizzo del *brand* Virgin. Tuttavia, con l'introduzione dei veicoli Delta Class, progettati per volare due volte a settimana con sei passeggeri, l'azienda prevede una significativa riduzione del costo per volo e una maggiore efficienza operativa, fattori chiave per raggiungere la sostenibilità finanziaria.

Di seguito una immagine riepilogativa del modello di *business* di Virgin Galactic:

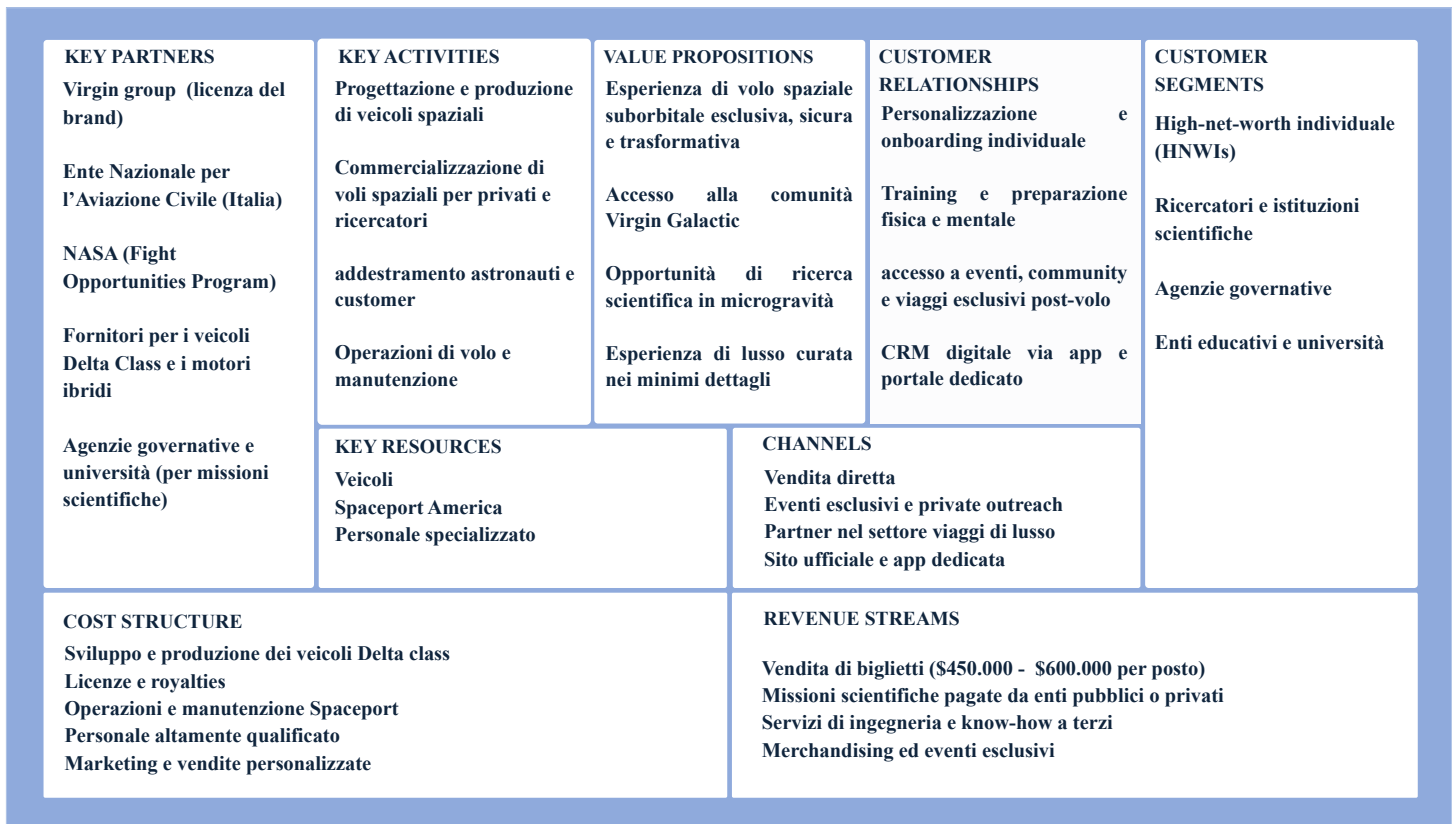


Figura 15 Schema del Business Model Canvas di Virgin Galactic

Guardando al futuro, Virgin Galactic prevede un'evoluzione significativa del proprio modello di *business*, orientata alla scalabilità e alla sostenibilità economica. In questa fase la società sta lavorando per rendere le operazioni più frequenti ed efficienti, facendo leva sulla futura flotta di veicoli Delta Class e sull'automazione di parte dei processi produttivi e commerciali. L'obiettivo è incrementare progressivamente la capacità di volo, ridurre i costi unitari per missione e consolidare la propria posizione di *leadership* nel settore del turismo spaziale suborbitale.

Al tempo stesso, Virgin Galactic guarda ad una possibile espansione geografica delle proprie attività, anche al di fuori degli Stati Uniti, con l'ambizione di operare da nuovi *spaceport* e intercettare una domanda sempre più globale. In questa prospettiva si inseriscono le collaborazioni istituzionali già avviate, come quella con l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) in Italia.

Queste prospettive, già approfondite nell'analisi SWOT, confermano come il modello di Virgin Galactic non sia statico, ma in continua trasformazione. L'azienda intende posizionarsi non solo come fornitore di un'esperienza di volo esclusiva, ma come attore tecnologico e commerciale in grado di definire i futuri *standard* del settore spaziale privato.

3.4. SPAZIOPORTO DI GROTTAGLIE

Il progetto dello Spazioporto di Grottaglie rappresenta uno degli sviluppi infrastrutturali e tecnologici più ambiziosi dell'Italia meridionale e si inserisce a pieno titolo nel panorama della *space economy* europea. In occasione della terza ed ultima giornata del Mediterranean Aerospace Matching (MAM) 2024²⁴ è stato svelato l'intero piano: Aeroporti di Puglia ha infatti presentato ufficialmente il progetto di realizzazione del primo ed unico spazioporto italiano, un'infrastruttura all'avanguardia la cui costruzione è prevista nei prossimi tre o quattro anni.

Il progetto si compone di due principali costruzioni: un *hangar* ed un edificio polifunzionale, collegati da un *tunnel*. L'*hangar* avrà una superficie complessiva di circa 8.000 metri quadrati e sarà in grado di ospitare anche aeromobili di massima dimensione, come il Boeing 747-8 e sarà affiancato da un piazzale di sosta per gli aeromobili di circa 4.800 mq. Il centro polifunzionale, invece, occuperà una superficie di 5.000 mq ed ospiterà al suo interno un museo, un centro di ricerca ed un incubatore per *startup* operanti del settore aerospaziale. Gli spazi sono pensati per accogliere i viaggiatori spaziali e il pubblico curioso, con aree espositive sull'esplorazione orbitale e una terrazza interna all'*hangar*, da cui osservare navicelle ed aeromobili attraverso oblò ispirati al *design* aeronautico. Il *tunnel* che collega le due strutture è stato ideato per offrire un'esperienza immersiva ai visitatori oltre che per collegare fisicamente le due strutture; esso infatti attraverso immagini, suoni e contenuti audiovisivi preparerà emotivamente il visitatore all'incontro con l'*hangar*.

²⁴ evento promosso dalla Regione Puglia insieme ad ENAC e tenutosi a Grottaglie il 22 marzo 2024.

Questo approccio rende lo spaziorporto non solo un'infrastruttura operativa, ma anche un luogo di cultura e coinvolgimento per il grande pubblico. L'intero complesso è stato inoltre progettato secondo criteri di sostenibilità e risparmio energetico, tanto da ottenere in fase di prevalutazione la certificazione LEED²⁵ Gold per il centro servizi e Silver per l'*hangar*.

Il progetto dello Spaziorporto di Grottaglie ha ottenuto ampio consenso da parte delle istituzioni, sia a livello locale che nazionale. Il presidente della Regione Puglia, Michele Emiliano ha parlato di una “promessa mantenuta”, sottolineando come la Regione abbia creduto in questa sfida fin dall'inizio, nonostante lo scetticismo iniziale. Anche il presidente di Aeroporti di Puglia, Antonio Maria Vasile, ha definito lo spaziorporto un “crocevia per l'innovazione e la cooperazione internazionale”, simbolo delle ambizioni della Puglia nel settore spaziale.

Significativo è stato l'intervento dell'astronauta ESA Roberto Vittori, che ha ricordato come già nel 2014 avesse promosso un *memorandum* tra ENAC e FAA per rendere possibile il volo suborbitale dall'Italia. Secondo lui, Grottaglie è la sede ideale per questa infrastruttura: grazie al supporto di università ed enti locali, rappresenta l'evoluzione dell'aeronautica e apre scenari futuri come voli da Bari a Tokyo in meno di due ore o il lancio di satelliti con rientro sulla Terra.

Infine, Giovanni Di Antonio, direttore dell'Innovazione Tecnologica di ENAC, ha ripercorso le principali tappe normative, dal *memorandum* con la FAA al coinvolgimento dell'Agenzia Spaziale Italiana nel 2016. L'obiettivo è superare la frammentazione normativa europea e fare di Grottaglie un modello per il trasporto suborbitale, coniugando ricerca, formazione e industria.

²⁵ La certificazione LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) è un sistema di valutazione volontario e riconosciuto a livello internazionale per edifici sostenibili, sviluppato dal U.S. Green Building Council (USGBC) che attesta che la progettazione, costruzione e gestione di edifici sia avvenuta secondo criteri di efficienza energetica, riduzione dell'impatto ambientale e benessere degli occupanti.

3.5. COLLABORAZIONE TRA VIRGIN GALACTIC E L'ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE (ENAC)

La *partnership* tra Virgin Galactic e l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) rappresenta una delle collaborazioni internazionali più significative nel contesto dello sviluppo dello Spazioporto di Grottaglie. Nel 2024, le due realtà hanno siglato un *Agreement of Cooperation* con l'obiettivo di studiare la fattibilità tecnica e normativa delle operazioni di volo suborbitale dal primo spazioporto europeo autorizzato per il decollo orizzontale.

Lo studio di fattibilità si articola in due fasi principali:

1. La prima, prevista in conclusione del 2025 focalizzata sull'analisi della compatibilità dello spazio aereo pugliese con il profilo di volo unico dei veicoli Virgin Galactic, sulla valutazione delle infrastrutture già presenti presso l'aeroporto e sulla disponibilità della catena di fornitura locale di sostenere e supportare le operazioni quotidiane. Saranno inoltre valutati eventuali requisiti normativi aggiuntivi, considerando le differenze tra il quadro regolatorio statunitense e quello italiano ed europeo.
2. In caso di esito positivo, la seconda fase dello studio si concentrerà sulla sostenibilità operativa e socioeconomica dei voli, valutando il potenziale impatto economico sulla regione e l'eventuale creazione di nuove competenze e posti di lavoro.

La collaborazione con Virgin Galactic, non nasce casualmente, ma si inserisce in un percorso già avviato che attesta la reciproca stima esistente fra l'ente italiano e la società di Branson. Già nel giugno 2023, alcuni rappresentanti dell'Aeronautica Militare italiana e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) hanno preso parte alla missione "Galactic 01", primo volo commerciale dell'azienda, decollato dallo Spaceport America. Questa esperienza ha rafforzato i legami tra Virgin Galactic e il sistema scientifico italiano, dimostrando l'interesse concreto del Paese verso la sperimentazione in condizioni di microgravità e l'addestramento suborbitale.

Secondo quanto dichiarato da Michael Colglazier, CEO di Virgin Galactic, l'obiettivo dell'azienda è creare una rete globale di spazioporti in località strategiche e Grottaglie rappresenta un'opportunità unica per portare l'esperienza del volo suborbitale nel continente europeo. Virgin Galactic immagina un futuro in cui sarà possibile osservare "*l'Italia a forma di stivale*" direttamente dallo spazio, decollando proprio dal Sud del Paese. L'iniziativa ha ricevuto il pieno supporto delle istituzioni italiane: Aeroporti di Puglia, ente gestore dell'infrastruttura, ha dichiarato la propria disponibilità a fornire le strutture, le competenze ed i servizi specializzati necessari per rendere operativo lo spazioporto. Anche la Regione Puglia, tramite il Dipartimento per lo Sviluppo Economico, ha espresso entusiasmo per la collaborazione, considerandola coerente con gli investimenti regionali in ricerca, innovazione e formazione avanzata. A supporto di questa visione, il Governo italiano ha stanziato 70 milioni di euro per il potenziamento dell'aeroporto di Grottaglie, con l'obiettivo di completare le infrastrutture necessarie a supportare i voli suborbitali.

Secondo Fabio Nicolai, vicedirettore generale di ENAC, questo accordo segna un passo in avanti concreto verso l'avvio di operazioni spaziali commerciali in Italia, nel rispetto delle normative nazionali ispirate al modello regolatorio americano. L'auspicio è quello di fare di Grottaglie non solo una piattaforma di lancio, ma anche un modello di riferimento europeo per l'intero settore emergente del trasporto spaziale suborbitale, con ricadute tangibili in termini di sviluppo industriale, scientifico ed economico.

3.6. ANALISI QUANTITATIVA DELLA PERCEZIONE DEL BRAND VIRGIN GALACTIC

Questo paragrafo offre un'interpretazione qualitativa della percezione del *brand* Virgin Galactic da parte degli utenti *social*, basata su un'analisi condotta facendo ricorso a strumenti quantitativi. In particolare, l'evento preso in considerazione è stato uno dei primi voli suborbitali svolti da Virgin Galactic con equipaggio completo, effettuato il 13 luglio 2021 e condiviso sul profilo ufficiale Instagram dell'azienda. L'importanza mediatica dell'evento, a cui ha preso parte il fondatore Richard Branson, lo rende un

momento chiave per osservare le prime risposte del pubblico e comprendere le emozioni, opinioni e reazioni espresse spontaneamente dagli utenti in un contesto digitale.

L'analisi è stata condotta raccogliendo 160 commenti in lingua inglese sotto al video pubblicato su Instagram in data 13 luglio 2021²⁶, utilizzando il linguaggio di programmazione R che ha permesso di sfruttare pacchetti specializzati per la *text analysis*. Il processo si è articolato in più fasi, a partire dall'estrazione dei dati, seguita dalla pulizia e normalizzazione del testo. Dopo aver trasformato i commenti in forma analizzabile, si è poi proceduto con l'analisi lessicale, la *sentiment analysis* e l'analisi delle emozioni, per poi concludere con una fase di *clustering* testuale, ottenuta tramite riduzione dimensionale (attraverso la *principal component analysis*) e applicazione dell'algoritmo *K-means*.

3.6.1 ANALISI DEL SENTIMENT CON BING LEXICON

Per misurare la polarità delle opinioni espresse nei commenti raccolti, è stata condotta una *sentiment analysis* lessicale utilizzando il dizionario Bing, uno dei più diffusi strumenti linguistici per l'analisi automatica dei testi. Il Bing Liu Lexicon è stato sviluppato dal professore e ricercatore Bing Liu presso l'Università dell'Illinois a Chicago ed è ampiamente utilizzato nelle ricerche di *sentiment analysis* per la sua affidabilità e facilità di interpretazione. Il lessico è composto da circa 6.800 parole inglesi preclassificate come positive o negative, consentendo un'analisi binaria immediata del tono emotivo del testo oggetto di studio.

Le parole estratte dal *post* di Instagram sono state quindi confrontate con il dizionario, che ha permesso di assegnare a ciascuna una polarità positiva o negativa. Il grafico risultante evidenzia uno squilibrio a favore delle parole positive, la cui frequenza è circa tripla rispetto a quella delle parole negative, con una distribuzione stimata intorno al 75% contro il 25%. Dunque, i risultati dell'analisi suggeriscono una valutazione complessivamente positiva dell'evento da parte degli utenti, che può essere spiegata seguendo due direttrici principali.

In primo luogo, l'analisi evidenzia una marcata reazione emotiva positiva da parte degli utenti, verosimilmente riconducibile alla spettacolarità dell'evento, alla rarità di assistere

²⁶ <https://www.instagram.com/p/CRRL7bmnFlc/>

ad un volo spaziale con passeggeri civili, nonché al forte carisma di Richard Branson, protagonista diretto del lancio. In secondo luogo, emerge con chiarezza la forza del racconto costruito dal *brand*, capace di affermarsi come pioniere nel settore del turismo spaziale e di comunicare con efficacia la propria visione del futuro dello spazio.

È altrettanto interessante notare che, sebbene le parole connotate negativamente rappresentino una minoranza, esse non sono del tutto assenti. Alcuni utenti hanno infatti manifestato perplessità, critiche o preoccupazioni, legate in particolare ai costi, all'impatto ambientale e all'effettiva utilità di questo tipo di progresso. Tuttavia, tali osservazioni non sembrano intaccare in modo significativo la percezione complessiva del pubblico, che appare ampiamente orientata verso l'ammirazione e l'entusiasmo.

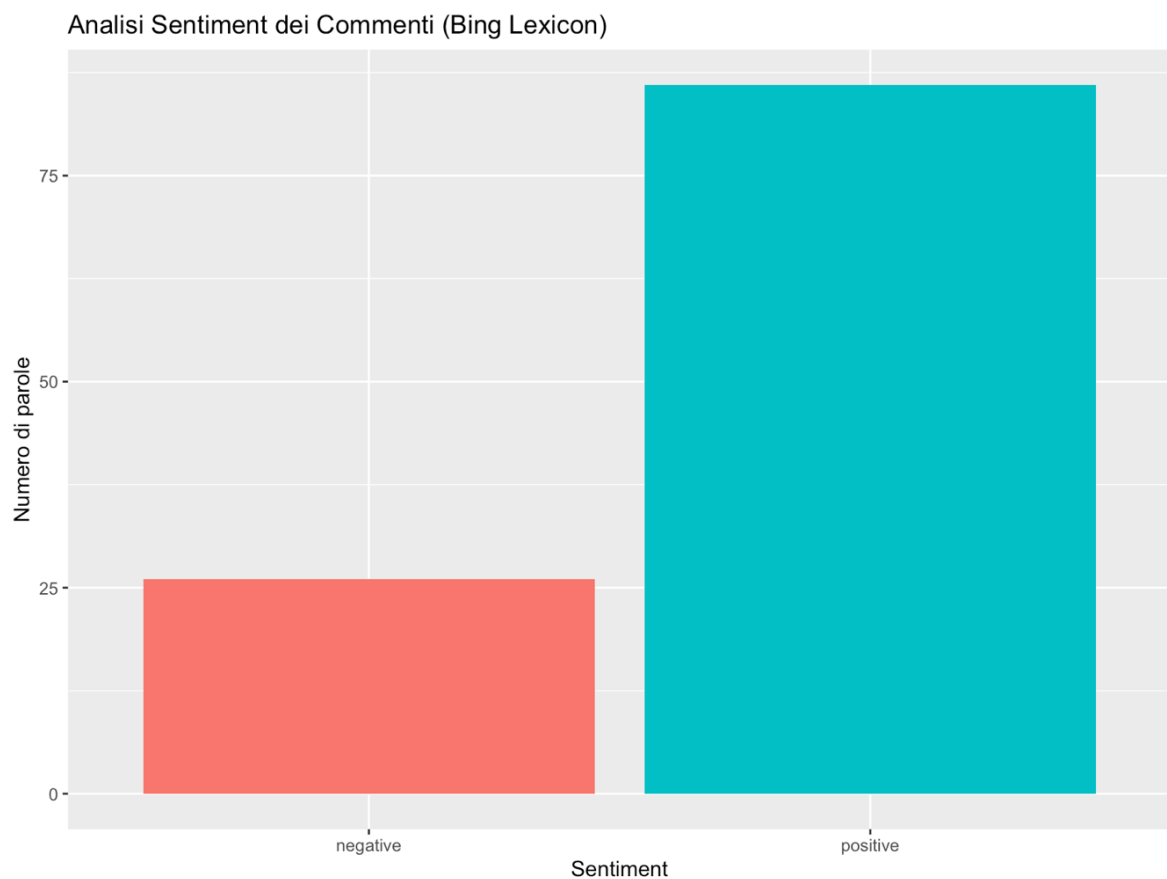


Figura 16 Analisi del sentiment nei commenti Instagram (Bing Lexicon)

3.6.2 ANALISI DELLE EMOZIONI CON NRC LEXICON

Per cogliere non solo la polarità dei commenti, ma anche la natura specifica delle emozioni espresse dagli utenti, è stata svolta un'ulteriore analisi avvalendosi dell'NRC Emotion Lexicon, un dizionario lessicale sviluppato nel 2013 dai ricercatori Saif Mohammad e Peter Turney, entrambi attivi presso il National Research Council Canada, istituto pubblico canadese di ricerca applicata.

Il lessico associa circa 14.000 parole in lingua inglese a 10 categorie affettive, suddivise in:

- Otto emozioni fondamentali della psicologia sociale: *joy* (gioia), *trust* (fiducia), *fear* (paura), *surprise* (sorpresa), *sadness* (tristezza), *disgust* (disgusto), *anger* (rabbia) ed *anticipation* (anticipazione);
- Due polarità generali: *positive* (positivo) e *negative* (negativo).

Ogni parola estratta può essere collegata ad una o più delle presenti categorie, rendendo l'NRC uno strumento molto utile per riconoscere le emozioni all'interno dei testi, anche quando si tratta di contenuti brevi e informali come i commenti sui *social media*. In questo caso, il grafico risultante dall'analisi con l'NRC Emotion Lexicon mostra esclusivamente le otto emozioni fondamentali, in quanto le polarità generali (positive e negative) sono già state oggetto di approfondimento specifico attraverso la *sentiment analysis* condotta con il Bing Lexicon.

Il *barplot* risultante mostra una prevalenza netta di emozioni positive: *joy* (gioia) e *trust* (fiducia) sono di gran lunga le più rappresentate, seguite da *anticipation* (anticipazione), un'emozione particolarmente significativa nel contesto del turismo spaziale, poiché riflette il desiderio, l'attesa e la proiezione verso il futuro. In misura minore, compaiono anche *surprise* (sorpresa) e *fear* (paura), seguite da *anger* (rabbia) e *sadness* (tristezza), che testimoniano la presenza di un sottoinsieme di utenti più critici o scettici, mentre *disgust* (disgusto) appare in misura marginale.

Questa distribuzione suggerisce che, pur in presenza di qualche resistenza, il volo di Virgin Galactic ha generato un impatto emotivo prevalentemente positivo, contribuendo a costruire una narrazione pubblica entusiasta, fiduciosa e proiettata verso l'innovazione. In sintesi, il *sentiment* generale che emerge dalla *community social* analizzata appare

chiaramente positivo, a conferma dell'efficacia comunicativa di Virgin Galactic nel suscitare emozioni favorevoli.

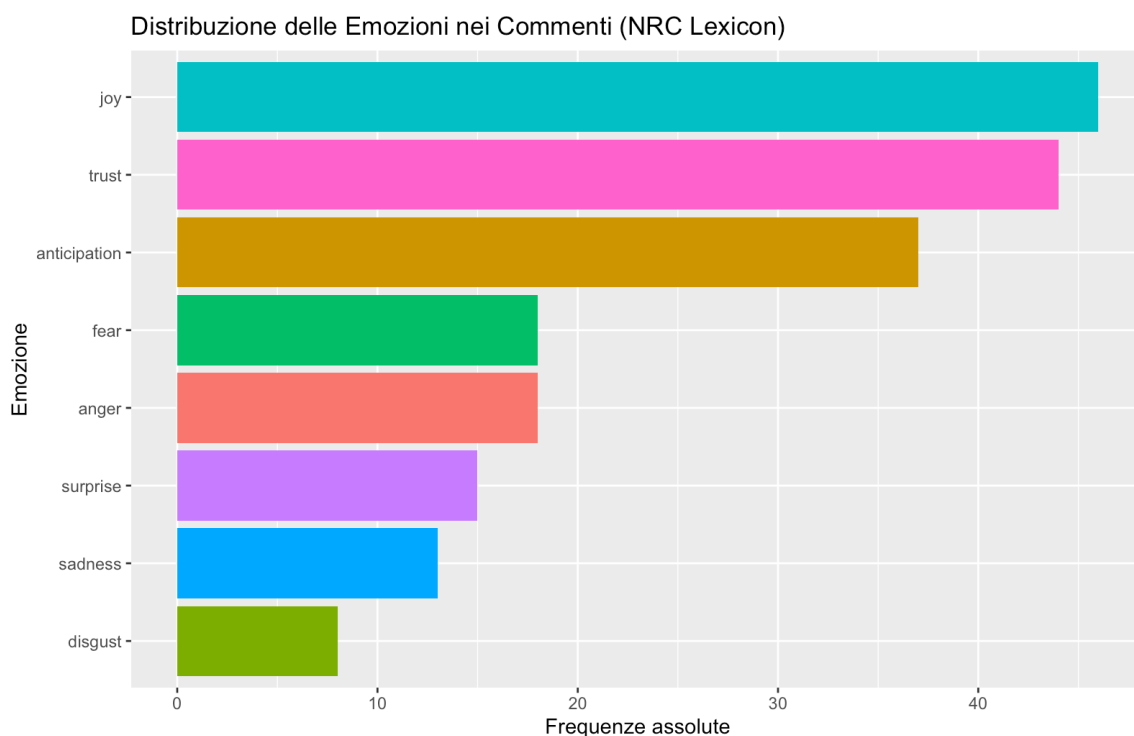


Figura 17 Distribuzione delle emozioni nei commenti Instagram (NRC Lexicon)

3.6.3 ANALISI DEI CLUSTER TESTUALI CON PCA E K-MEANS

L'ultima fase dell'analisi ha previsto un *clustering* dei commenti con l'obiettivo di individuare eventuali gruppi di utenti distinti in base allo stile comunicativo e all'orientamento emotivo. A tal fine, è stata adottata una strategia di riduzione dimensionale mediante l'analisi delle componenti principali (PCA), applicata ad una matrice TF-IDF (*Term Frequency, Inverse Document Frequency*), che consente di attribuire un peso alle parole in funzione della loro frequenza nel singolo documento e della loro rarità all'interno dell'intero testo. Successivamente, è stato applicato l'algoritmo *K-means*, impostando il numero di *cluster* a $k = 3$.

Il grafico rappresenta i commenti lungo due assi:

- Asse X - Orientamento emotivo: da critico/negativo ad entusiasta/positivo

- Asse Y - Tono espressivo: da spontaneo/breve a formale/articolato

Il *Cluster 1* (rappresentato in rosso), in alto a destra, include i commenti dal tono maggiormente entusiastico e favorevoli, spesso espressione di vera ammirazione per Branson o per il progresso tecnologico.

Il *Cluster 2* (rappresentato in verde), isolato in basso a sinistra, appare invece più critico o ironico. Include espressioni dubbiose, più brevi, talvolta sarcastiche.

Il *Cluster 3* (rappresentato in azzurro) è il più numeroso e si posiziona nella zona centrale, esprimendo principalmente toni neutri. Qui ricadono commenti come “cool”, “congrats”, “space”, privi di approfondimento, ma comunque positivi.



Figura 18 Distribuzione completa dei cluster dei commenti

Per una comprensione più puntuale della composizione del *cluster* principale, è stata realizzata anche una visualizzazione *zoomata*, che mostra come molti commenti si concentrino in un’area stilisticamente omogenea, caratterizzata da brevità, tono neutro e assenza di articolazione discorsiva.

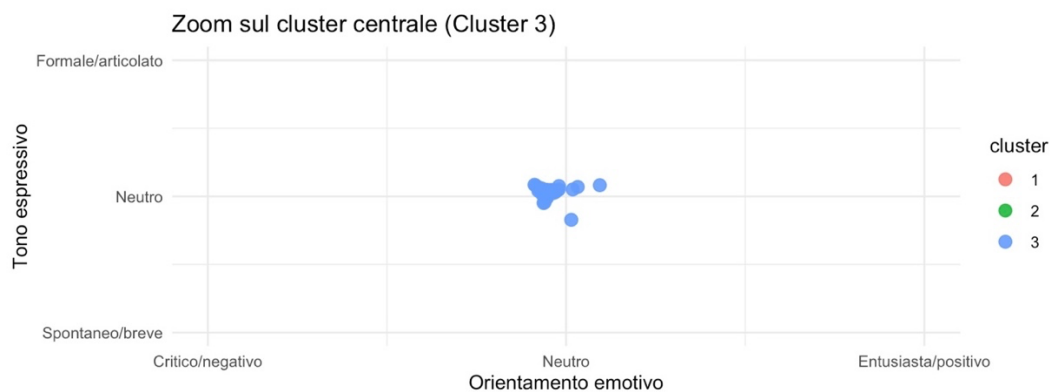


Figura 19 Dettaglio del cluster centrale dei commenti (Cluster 3)

3.6.4 CONCLUSIONI DELL'ANALISI QUANTITATIVA

L'analisi quantitativa dei commenti Instagram ha permesso di tracciare un quadro ricco e strutturato della percezione pubblica del *brand* Virgin Galactic in occasione di un evento altamente simbolico come il volo suborbitale del 13 luglio 2021. I risultati emersi evidenziano diverse dimensioni interpretative:

- Prevalenza di *sentiment* positivo: la maggior parte dei commenti presenta una polarità positiva, come dimostrato sia dall'analisi basata sul Bing Lexicon sia dall'elaborazione delle emozioni con l'NRC Lexicon. Le parole chiave più ricorrenti richiamano concetti di entusiasmo, fiducia, ispirazione e meraviglia, riflettendo un'elevata capacità del *brand* di attivare reazioni emotive favorevoli. Questo è particolarmente rilevante per un'impresa legata fortemente all'innovazione tecnologica e all'avanzamento del settore aerospaziale.
- Presenza di una minoranza critica: sebbene nettamente minoritaria, una parte della *community* manifesta atteggiamenti più scettici o distaccati, riconoscibili attraverso emozioni come paura, rabbia e tristezza, nonché attraverso specifici *cluster* linguistici. Questi commenti sollevano talvolta questioni di natura etica, ambientale o socioeconomica, offrendo un'importante chiave di lettura alternativa all'entusiasmo prevalente.
- Stile comunicativo breve, informale ma emotivamente marcato: i commenti analizzati si distinguono per una forma espressiva concisa e diretta, tipica dell'ambiente *social*, ma non per questo priva di contenuto emotivo. L'analisi dei *cluster* ha mostrato come anche i messaggi più brevi possano trasmettere reazioni

autentiche, contribuendo ad esprimere in modo condiviso opinioni e percezioni nei confronti del *brand*.

Nel complesso, si può concludere che l'evento abbia rafforzato l'immagine pubblica di Virgin Galactic come pioniere della nuova era dell'aviazione spaziale privata, generando elevato coinvolgimento emotivo, visibilità strategica e partecipazione del pubblico in linea con gli obiettivi di *marketing* dell'azienda. La presenza di una componente critica, pur circoscritta, evidenzia una maturità crescente del dibattito pubblico sul tema dello *space tourism*, conferendo ulteriore valore all'analisi svolta.

CONCLUSIONI

Il turismo spaziale suborbitale rappresenta una delle manifestazioni più significative della transizione verso una nuova fase dell'esplorazione e dello sfruttamento commerciale dello spazio. L'ingresso di attori privati come Virgin Galactic, SpaceX e Blue Origin ha trasformato profondamente un settore che, per decenni, è stato monopolio esclusivo della ricerca scientifica e delle agenzie governative.

Nel corso di questa tesi, il fenomeno del *suborbital space tourism* è stato analizzato da diverse prospettive, evidenziandone le radici storiche, gli aspetti tecnici e normativi, ma soprattutto le condizioni che ne favoriscono e ne limitano lo sviluppo. L'analisi qualitativa e quantitativa ha messo in luce un settore ancora in fase di costruzione, condizionato da variabili macroeconomiche, da vincoli tecnologici ed incertezze regolatorie, ma al tempo stesso sostenuto da forti spinte innovative e da un crescente interesse da parte dei *media*, degli investitori e di una potenziale clientela ad alta capacità di spesa.

Il caso di Virgin Galactic ha offerto un esempio concreto delle strategie adottate da uno dei principali operatori del settore, evidenziando la complessità di costruire un modello di *business* sostenibile nel lungo termine, nonché i principali risultati emersi dall'analisi SWOT in termini di punti di forza, criticità, opportunità e rischi. In questo contesto, la collaborazione con l'ENAC e la designazione dello Spazioporto di Grottaglie come infrastruttura europea per i voli suborbitali rappresentano un primo tentativo di integrazione del turismo spaziale in un quadro territoriale completamente nuovo, aprendo scenari futuri di particolare interesse anche per l'Italia e altri Paesi europei.

A conferma di ciò, l'analisi della percezione *social* del *brand* Virgin Galactic ha evidenziato un livello di *engagement* emotivo elevato e prevalentemente favorevole, segno di un'efficace strategia comunicativa e di un forte potenziale simbolico, ancora prima che commerciale, legato a questo tipo di esperienza.

Nonostante ciò, permane una forte incertezza sul destino del settore. Ad oggi, il *suborbital space tourism* resta un'esperienza estremamente costosa, accessibile solo ad una ristretta *élite* globale. La componente esclusiva prevale nettamente su quella turistica tradizionale.

Resta quindi da capire se, con l'abbattimento dei costi e lo sviluppo di tecnologie più efficienti, il settore potrà evolvere verso una maggiore apertura e diffusione, trasformandosi in un'offerta accessibile ad un pubblico più ampio, oppure se rimarrà confinato ad una nicchia di lusso.

Questa transizione dipenderà da molteplici fattori: la maturazione delle infrastrutture, la definizione di un quadro normativo internazionale stabile, e, naturalmente, dalla risposta del mercato nel lungo periodo. In tal senso, saranno fondamentali osservazione e analisi costanti, capaci di cogliere gli sviluppi reali del settore al di là dell'entusiasmo mediatico che spesso lo accompagna.

BIBLIOGRAFIA

Beery, J., 2012. State, capital and spaceships: a terrestrial geography of space tourism. *Geoforum* 43, 25–34.

Benjamin, S., 2018. Exploration to Exploitation: An Industry Analysis of Suborbital Space Tourism. *New Space*, 6(1), pp.87–98.

Billings, L., 2006. Exploration for the masses? Or joyrides for the ultra-rich? Prospects for space tourism. *Space Pol.* 22, 162–164.

Byers, M. and Boley, A. (2023) 'Space Tourism', in *Who Owns Outer Space?: International Law, Astrophysics, and the Sustainable Development of Space*. Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Studies in International and Comparative Law), pp. 11–45.

Chang, E.Y. 2020, "From aviation tourism to suborbital space tourism: A study on passenger screening and business opportunities", *Acta astronautica*, vol. 177, pp. 410-420.

Collins, P., Autino, A., 2010. What the growth of a space tourism industry could contribute to employment, economic growth, environmental protection, education, culture and world peace. *Acta Astronaut.* 66, 1553–1562.

ENAC, Suborbital and access to space operations (SASO) regulation, Edition n° 0.0, Revision n° 0, 20 November 2023

Fiore, F. and Elvis, M., 2025. *Space Science & the Space Economy*.

Futron Corporation. Space Tourism Demand Revisited. Bethesda, MD: Futron Corporation, 2006.

Futron Corporation. Space Tourism Market Study: Orbital Space Travel and

Destinations with Suborbital Space Travel. Bethesda, MD: Futron Corporation, 2002.

Giachino, C., Pucciarelli, F., Bollani, L., Bonadonna, A. & Koo, C., 2021. Space Tourism: A New Frontier for Future Generations. *Journal of Smart Tourism*, 1(4), pp.31–42.

McKinsey & Company and World Economic Forum. (2024) *The \$1.8 trillion opportunity for global economic growth: How space can support the global economy across sectors*.

Seedhouse, E., 2014. Space tourism: a brief history. In: *Tourist in Space: a Practical Guide*. Springer Praxis Books, Chichester, UK, pp. 1–17.

Statista, 2025. Space industry worldwide – Key figures and forecasts. Statista Research Department, marzo 2025. Disponibile su: <https://www.statista.com>

Statista, 2022. Space Tourism: A Statista DossierPlus on Space Tourism. Statista Research Department. Disponibile su: <https://www.statista.com/study/59030/space-exploration>

Stockmans R, Collins P, Maita M. Demand for space tourism in America and Japan, and its implications for future space activities. *AAS*. 1995; 91:601–610.

United States Congress, 2004. *Commercial Space Launch Amendments Act of 2004*.

United States Congress, 2015. *U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act*.

Virgin Galactic Holdings Inc. (2024) Form 10-K Annual Report for the Fiscal Year Ended December 31, 2024. United States Securities and Exchange Commission.

von der Dunk, Frans G. 'Space Tourism, Private Spaceflight and the Law: Key Aspects', *Space Policy*, vol. 27/no. 3, (2011), pp. 146-152.

Zahari, A. R., and F. I. Romli. 'Analysis of Suborbital Flight Operation using PESTLE', *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, vol. 192/(2019), pp. 104901.

Ziliotto, V., 2010. Relevance of the futron/zogby survey conclusions to the current space tourism industry. *Acta Astronaut.* 66, 1547–1552.

SITOGRAFIA

<https://assaeroporti.com/a-grottaglie-leonardo-sviluppera-progetto-drone-male-il-presidente-vasile-grottaglie-si-conferma-polo-industriale-di-eccellenza/>

<https://www.blueorigin.com/>

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-11-20/delta-sees-premium-tastes-of-millennials-boosting-profit-margins>

<https://www.difesa.it/assets/allegati/27139/euromale.pdf>

<https://www.enac.gov.it/>

<https://www.icao.int/Meetings/LC36/Working%20Papers/LC%2036%20-%20WP%203-2.en.pdf>

<https://www.ilsole24ore.com/art/spazio-arriva-norma-i-voli-suborbitali-virgin-galactic-dall-italia-AG6A2o2C>

<https://www.instagram.com/p/CRRL7bmnlc/>

<https://www.lettera43.it/blue-origin-quanto-costa-biglietto-spazio>

<https://mam-grottaglie.it/home/>

https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20205005651/downloads/Space%20TourismF_ALD_v3.pdf

<https://press.regione.puglia.it/-/spaziporto-di-taranto-grottaglie-svelato-il-nuovo-volto-al-mam-2024.-emiliano-delli-noci-e-vasile-promessa-mantenuta->

<https://www.spaceconomy360.it/infrastrutture-spaziali/taranto-grottaglie-svelato-il-progetto-dello-spaziporto/>

<https://www.spaceconomy360.it/turismo-spaziale/turismo-spaziale-lusso-per-pochi-o-futuro-per-tutti>

<https://www.spacex.com/>

[https://www.treccani.it/enciclopedia/turismo-spaziale_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/turismo-spaziale_(Lessico-del-XXI-Secolo)/)

<https://www.treccani.it/enciclopedia/esplorazione-dello-spazio/>

<https://www.virgingalactic.com/>

<https://www.virgingalactic.com/news/virgin-galactic-partners-with-italys-ente-nazionale-per-laviazione-civile-to>

<https://www.youtube.com/watch?v=xpKnAE1xsvg>

CODICE R

```
# 1. Carica librerie
library(readxl)
library(dplyr)
library(tidytext)
library(stringr)
library(ggplot2)
library(wordcloud)
library(textclean)
library(tm)

# 2. Carica il file
commenti_raw <- read_excel("/Users/francescococchi/Desktop/COMMENTI
VIRGIN GALACTIC 13 LUGLIO.xlsx", skip = 2)

# 3. Lettura dei dati
head(commenti_raw)

# 4. Rinominare la colonna correttamente
colnames(commenti_raw) <- "commento"

# 5. Rimuovi eventuali righe vuote
commenti <- commenti_raw %>%
  filter(!is.na(commento))

# 6. Pulizia del testo
commenti <- commenti %>%
  mutate(commento_pulito = commento %>%
    replace_non_ascii() %>%
    str_to_lower() %>%
    str_replace_all("[:punct:]", " ") %>%
    str_replace_all("[:digit:]", " ") %>%
    str_squish())

# 7. Tokenizzazione
commenti_token <- commenti %>%
  unnest_tokens(word, commento_pulito)

# 8. Rimozione delle stopwords
data("stop_words")
stopwords_ita <- data.frame(word = tm::stopwords("it"))
stopwords_all <- bind_rows(stop_words, stopwords_ita)

commenti_token <- commenti_token %>%
  anti_join(stopwords_all, by = "word") %>%
  filter(str_length(word) > 2)

# 9. Frequenza parole
frequenza_parole <- commenti_token %>%
  count(word, sort = TRUE)

# 10. Grafico parole più frequenti
ggplot(frequenza_parole %>% filter(n >= 3), aes(x = reorder(word, n),
y = n)) +
  geom_col(fill = "steelblue") +
```

```

    coord_flip() +
    labs(title = "Parole più frequenti nei commenti", x = "Parola", y =
"Frequenza assoluta")

# 11. Analisi Sentiment generale (tramite metodo Bing Lexicon)

# Carica dizionario sentiment
if (!require("textdata")) install.packages("textdata")
library(textdata)

# Uniamo parole ai sentiment (positivo/negativo)
sentiment_bing <- commenti_token %>%
  inner_join(get_sentiments("bing"), by = "word") %>%
  count(sentiment) %>%
  arrange(desc(n))

# Grafico sentiment positivo vs negativo
ggplot(sentiment_bing, aes(x = sentiment, y = n, fill = sentiment)) +
  geom_col(show.legend = FALSE) +
  labs(title = "Analisi Sentiment dei Commenti (Bing Lexicon)", x =
"Sentiment", y = "Numero di parole")

# 12. Analisi Emozioni (tramite NRC Lexicon)

# Usiamo NRC per vedere le 8 emozioni principali
sentiment_nrc <- commenti_token %>%
  inner_join(get_sentiments("nrc"), by = "word") %>%
  count(sentiment) %>%
  arrange(desc(n))

# Filtra solo emozioni (escludiamo 'positive' e 'negative')
emozioni_nrc <- sentiment_nrc %>%
  filter(!sentiment %in% c("positive", "negative"))

# Grafico emozioni
ggplot(emozioni_nrc, aes(x = reorder(sentiment, n), y = n, fill =
sentiment)) +
  geom_col(show.legend = FALSE) +
  coord_flip() +
  labs(title = "Distribuzione delle Emozioni nei Commenti (NRC
Lexicon)", x = "Emozione", y = "Frequenze assolute")

# 13. Clustering dei commenti con Principal Component Analysis + K-
means

# Preparazione dei commenti distinti
commenti_cluster <- commenti %>%
  select(commento_pulito) %>%
  distinct()

# Creazione corpus e la matrice TF-IDF
corpus <- Corpus(VectorSource(commenti_cluster$commento_pulito))
corpus <- tm_map(corpus, removeWords, stopwords("it"))
corpus <- tm_map(corpus, stripWhitespace)

dtm <- DocumentTermMatrix(corpus, control = list(weighting =
weightTfIdf))
mat <- as.matrix(dtm)

```

```

# PCA (riduzione a 2 componenti)
pca <- prcomp(mat, scale. = TRUE)
pca_data <- as.data.frame(pca$x[, 1:2])
colnames(pca_data) <- c("PC1", "PC2")

# K-means clustering (k=3)
set.seed(123)
k <- 3
clusters <- kmeans(pca_data, centers = k, nstart = 25)
pca_data$cluster <- as.factor(clusters$cluster)

# Visualizzazione dei cluster
ggplot(pca_data, aes(x = PC1, y = PC2, color = cluster)) +
  geom_point(size = 3, alpha = 0.8) +
  labs(title = "Cluster dei commenti (K-means + PCA)", x = "PC1", y =
"PC2", color = "Cluster") +
  theme_minimal()

# Interpretazione delle componenti (parole più influenti per
denominare PC1 e PC2)
loading_scores <- pca$rotation[, 1:2]

cat("Parole che più influenzano PC1:\n")
print(sort(loading_scores[, 1], decreasing = TRUE)[1:10])

cat("\nParole che più influenzano PC2:\n")
print(sort(loading_scores[, 2], decreasing = TRUE)[1:10])

# Unione dei cluster ai commenti originali
commenti_cluster$cluster <- clusters$cluster

# Stampa di esempi di commenti per ogni cluster (per interpretazione
qualitativa)
cat("\nEsempi di commenti per ogni cluster:\n")
for (i in 1:k) {
  cat(paste0("\nCluster ", i, ":\n"))
  print(head(commenti_cluster %>% filter(cluster == i), 5))
}

# Grafico completo con assi verbali
g1 <- ggplot(pca_data, aes(x = PC1, y = PC2, color = cluster)) +
  geom_point(size = 3, alpha = 0.8) +
  scale_x_continuous(
    breaks = c(-5, 0, 5),
    labels = c("Critico/negativo", "Neutro", "Entusiasta/positivo")
  ) +
  scale_y_continuous(
    breaks = c(-5, 0, 5),
    labels = c("Spontaneo/breve", "Neutro", "Formale/articolato")
  ) +
  labs(title = "Distribuzione completa dei commenti",
    x = "Orientamento emotivo", y = "Tono espressivo") +
  theme_minimal()

# Grafico zoomato con assi verbali
g2 <- ggplot(pca_data, aes(x = PC1, y = PC2, color = cluster)) +
  geom_point(size = 3, alpha = 0.8) +
  coord_cartesian(xlim = c(-5, 5), ylim = c(-5, 5)) +
  scale_x_continuous(

```

```

    breaks = c(-5, 0, 5),
    labels = c("Critico/negativo", "Neutro", "Entusiasta/positivo")
  ) +
  scale_y_continuous(
    breaks = c(-5, 0, 5),
    labels = c("Spontaneo/breve", "Neutro", "Formale/articolato")
  ) +
  labs(title = "Zoom sul cluster principale",
       x = "Orientamento emotivo", y = "Tono espressivo") +
  theme_minimal()

# Grafico completo
g_totale <- ggplot(pca_data, aes(x = PC1, y = PC2, color = cluster)) +
  geom_point(size = 3, alpha = 0.9) +
  scale_x_continuous(
    breaks = c(-30, 0, 30),
    labels = c("Critico/negativo", "Neutro", "Entusiasta/positivo")
  ) +
  scale_y_continuous(
    breaks = c(-20, 0, 20),
    labels = c("Spontaneo/breve", "Neutro", "Formale/articolato")
  ) +
  labs(title = "Distribuzione completa dei cluster",
       x = "Orientamento emotivo",
       y = "Tono espressivo") +
  theme_minimal()

# Grafico zoomato (solo area centrale)
g_zoom <- ggplot(pca_data, aes(x = PC1, y = PC2, color = cluster)) +
  geom_point(size = 3, alpha = 0.9) +
  coord_cartesian(xlim = c(-10, 10), ylim = c(-10, 10)) +
  scale_x_continuous(
    breaks = c(-10, 0, 10),
    labels = c("Critico/negativo", "Neutro", "Entusiasta/positivo")
  ) +
  scale_y_continuous(
    breaks = c(-10, 0, 10),
    labels = c("Spontaneo/breve", "Neutro", "Formale/articolato")
  ) +
  labs(title = "Zoom sul cluster centrale (Cluster 3)",
       x = "Orientamento emotivo",
       y = "Tono espressivo") +
  theme_minimal()

# Visualizzali uno sopra l'altro
library(patchwork)
g_totale / g_zoom

```