



SPACE RENAISSANCE ACADEMY WEBINAR SERIES

“New Space Economy: storia, realtà e prospettive”

Adriano V. Autino

adriano.autino@spacerenaissance.org

<https://spacerenaissance.space>

<https://academy.spacerenaissance.space>

Copyright © 2022 by Adriano V.
Autino.

OVERVIEW

1. NEW SPACE – STORIA, ATTUALITÀ, PROSPETTIVE
2. NEW SPACE E AEROSPAZIO TRADIZIONALE - CARATTERISTICHE E DIFFERENZE
3. NEW SPACE ECONOMY - SCENARIO ATTUALE - TEMI DI MAGGIOR INTERESSE E OPPORTUNITÀ

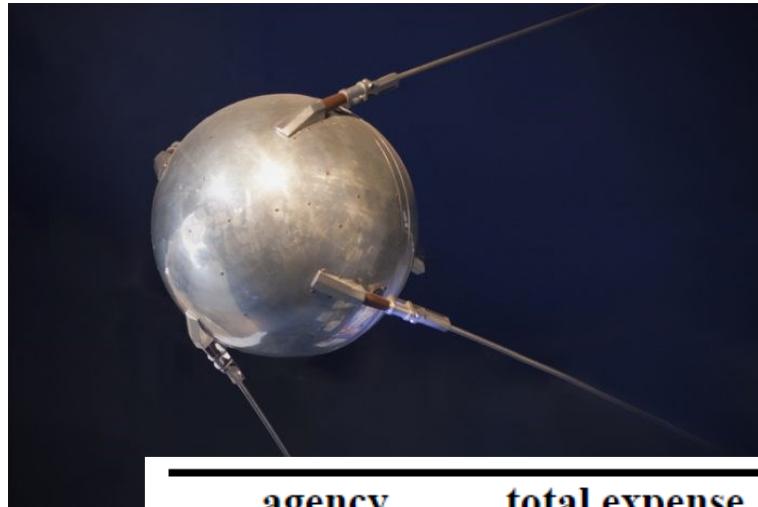


1. NEW SPACE – STORIA, ATTUALITÀ E PROSPETTIVE

NEW SPACE: COSA C'ERA PRIMA

- Aerospace tradizionale
- Mercato captive delle agenzie spaziali
- Lobby: aerospace, difesa, ricerca
- Il «club astronautico»: USA, Russia, Cina
- Costo del trasporto Terra-Orbita: 40.000 \$ / Kg
- **Accesso allo spazio: Space Shuttle, costo 200 mld \$**

\$2 TRILIONI (DI DENARO PUBBLICO) INVESTITI SINO AD OGGI NELLO SPAZIO



agency	total expense (\$B)	average yearly budget (\$B)
NASA	1313,00	20.83
ESA	200,00	4.16
ROSCOSMOS	68,00	2.52
CNSA	66,32	2.65
JAXA	30,00	1.81
ISRO	16,52	0.66
total	1693,84	32.63

Table 1. Total public expenditure in space in history

- Nata con il lancio del satellite Sputnik, il 4 ottobre 1957, l'esplorazione spaziale si è sviluppata per oltre 60 anni.
- Le principali agenzie spaziali hanno speso circa 1.700 miliardi di dollari nel corso della loro storia.
- Possiamo stimare un totale approssimativo di 2.000 miliardi di dollari investiti globalmente dai governi del Pianeta Terra nello spazio.

- Tale investimento è comunque ridicolo, se confrontato con la folle spesa militare globale = 2 trilioni di dollari l'anno.
- Una cifra enorme, se paragonata ad altre spese pubbliche, come la scuola, la sanità pubblica e i sistemi di trasporto pubblico.
- L'investimento spaziale ha ripagato i contribuenti?
- Le ricadute sulla vita quotidiana sono di primaria importanza: tutti gli aspetti della vita quotidiana sono influenzati dalle tecnologie spaziali.
- Tuttavia, solo negli ultimi anni stiamo assistendo all'apertura della frontiera alta allo sviluppo civile.

IL PRINCIPALE REQUISITO DELL'ESPLORAZIONE SPAZIALE: IL PIANETA B

- Ma l'obiettivo del programma spaziale è solo quello di migliorare la nostra vita sulla superficie del nostro pianeta madre?
- Le esigenze del principale stakeholder dell'esplorazione spaziale - la civiltà - includono ben altri obiettivi, oltre a quello di migliorare la nostra vita sulla superficie del pianeta madre.
- Uno dei requisiti principali è quello di contribuire a una sopravvivenza sostenibile e a un ulteriore progresso della civiltà.
- 8 miliardi di terrestri non possono più sopravvivere e continuare a svilupparsi su un solo pianeta.
- L'esplorazione spaziale deve quindi aiutare la civiltà a espandersi oltre i limiti dell'atmosfera terrestre.
- Come dimostrano le drammatiche crisi multiple - pandemie, cambiamenti climatici, degrado ambientale, scarsità di risorse e conseguenti conflitti, migrazioni di massa - abbiamo sicuramente bisogno di **uno o più «Pianeti B»**.
- Stiamo drammaticamente imparando, sulla nostra pelle, che l'unico sviluppo sostenibile è al di fuori del nostro pianeta, cioè dobbiamo iniziare a espanderci nel sistema solare, al più presto.



William J. Knight

UN GRAVE RITARDO

- Le agenzie spaziali sono in ritardo nel fornire il pianeta B, e questo è dovuto solo in parte ai limiti tecnologici.
- Dal 1959 al 1968 la NASA ha sviluppato e testato l'X-15, il primo veicolo spaziale a due stadi completamente riutilizzabile.
- L'X-15 ha effettuato 199 voli, di cui 18 a quota suborbitale: lo stesso concetto della SpaceShipOne di ScaledComposites e della SpaceShipTwo di Virgin Galactic.
- Pochi anni dopo, il primo progetto dello Space Shuttle (di Krafft Ehricke) si basava sullo stesso concetto, ma il sistema poi realizzato era solo parzialmente riutilizzabile, come sappiamo.
- Se la strategia dell'X-15 fosse proseguita, avremmo avuto veicoli di lancio riutilizzabili almeno da 40 anni.
- La civiltà potrebbe essere sulla buona strada per espandersi nel sistema solare.
- Potremmo avere: industrie in orbita terrestre, economia cislunare, uso di materiali lunari e asteroidi, produzione di carburante nello spazio.
- La tecnologia non era un ostacolo (come hanno dimostrato Branson e Musk).
- Le politiche miopi e le lobby sono state un enorme e pesante fardello per il progresso umano.
- Il costo del trasporto Terra-Orbita è stato mantenuto artificialmente molto alto per più di 40 anni, per assecondare le lobby dei produttori di razzi spendibili.



KRAFFT EHRICKE: "UMBILICAL TO SPACE"

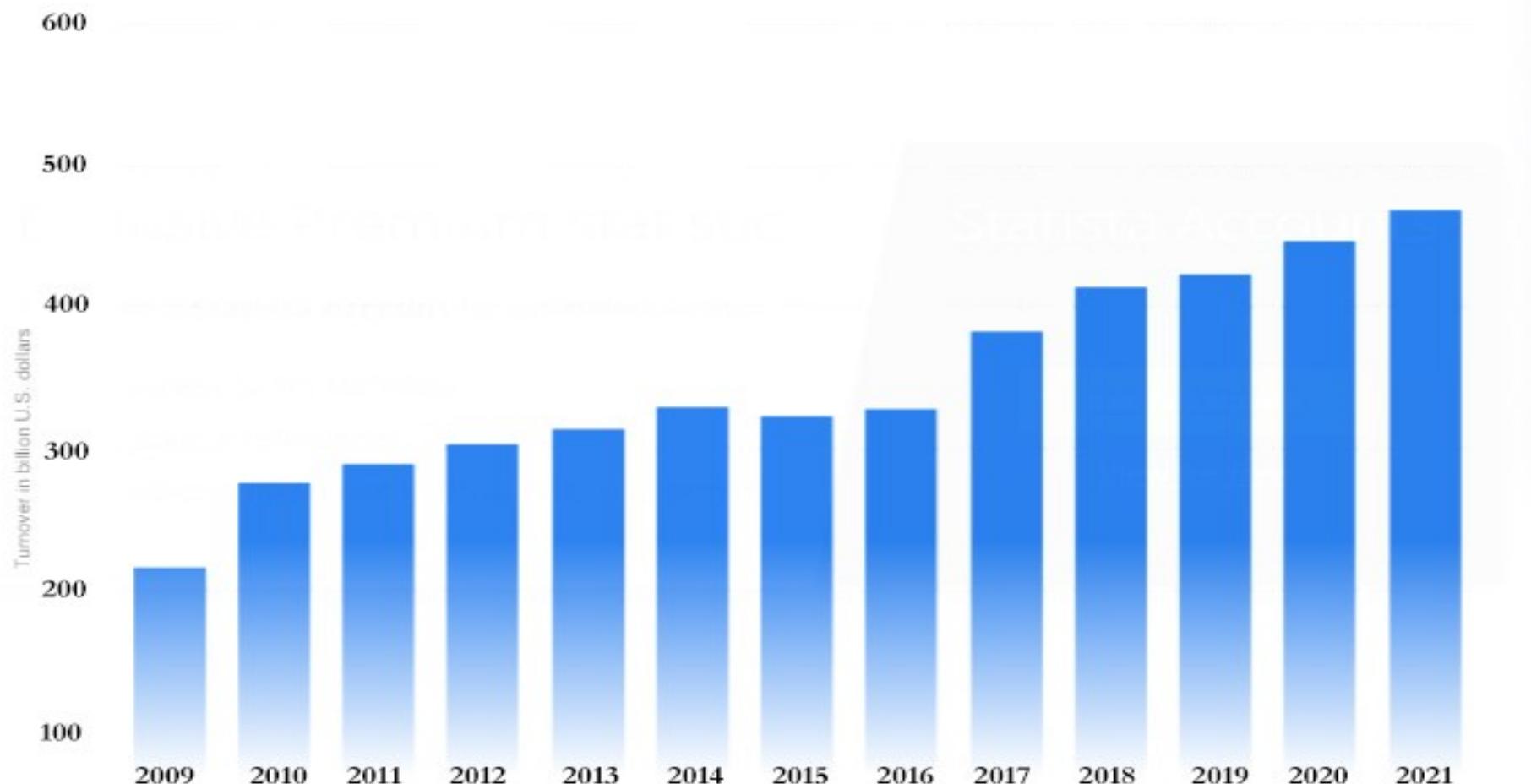
- Quando l'amministrazione Nixon stava decideva il seguito del programma Apollo, Krafft Ehricke presentò un piano per un veicolo completamente riutilizzabile:
 - Lo descrisse come un «cordone ombelicale per lo spazio».
 - Il trasporto a basso costo avrebbe assicurato la capacità di portare i carichi utili in orbita terrestre,
 - la porta d'accesso alle destinazioni cislunari e interplanetarie.
 - Ehricke propose anche una versione capace di raggiungere orbite terrestri più elevate.
- Nel 1970, Ehricke si batté con forza per un forte programma spaziale, che comprendesse:
 - Una navetta spaziale completamente riutilizzabile (evoluzione del concetto di X-15).
 - una stazione spaziale orbitale, come porto spaziale per ogni luogo dello spazio
 - Industrializzazione della regione geo-lunare
 - Esplorazione di Marte
- Il programma doveva svilupparsi negli anni '70 e '80, a beneficio degli Stati Uniti e dell'intera umanità,
- Con la piena consapevolezza che lo sviluppo spaziale civile sarà l'unica crescita sostenibile.
- Purtroppo Ehricke perse la sua battaglia:
 - **Io Space Shuttle non fu riutilizzabile al 100%,**
 - la stazione spaziale dovette aspettare,
 - la Luna oggi è ancora disabitata,
 - Marte fu respinto come un obiettivo lontano.
- Le lobby dei razzi spendibili avevano vinto quella battaglia.

NEW SPACE – NASCITA E SVILUPPO

- 2004: Scaled Composites vince l'X-Prize
- 2015: Space X da' inizio all'era dei razzi riutilizzabili
- 2021: Virgin Galactic e Blue Origin danno inizio al turismo suborbitale
- 2023: Space X sperimenta il primo veicolo orbitale 100% riutilizzabile

GLOBAL TURNOVER DELLA SPACE ECONOMY 2009 - 2021

(Billions USD)



© Statista 2023



LAUNCHING A NEW SPACE INDUSTRY

PHASE Awarded

ANSARI **XPRIZE**

[OVERVIEW](#) [ACTIVITY](#) [SPONSORS & PARTNERS](#)

LAUNCHING A NEW
SPACE INDUSTRY

\$10 MILLION

L'X-PRIZE, CATALIZZATORE DEL NEW SPACE

- L'Ansari XPRIZE, del valore di 10 milioni di dollari, è stato ideato e finanziato da Peter Diamandis e Gregg Maryniak, due filantropi
- Lo scopo:
 - ridurre il rischio e il costo di andare nello spazio,
 - incentivando la creazione di una navicella spaziale affidabile, riutilizzabile, finanziata privatamente e con equipaggio,
 - in modo da rendere finalmente commercialmente praticabili i viaggi spaziali privati.
- Prima dell'Ansari XPRIZE, i voli spaziali erano di esclusiva competenza dei governi.

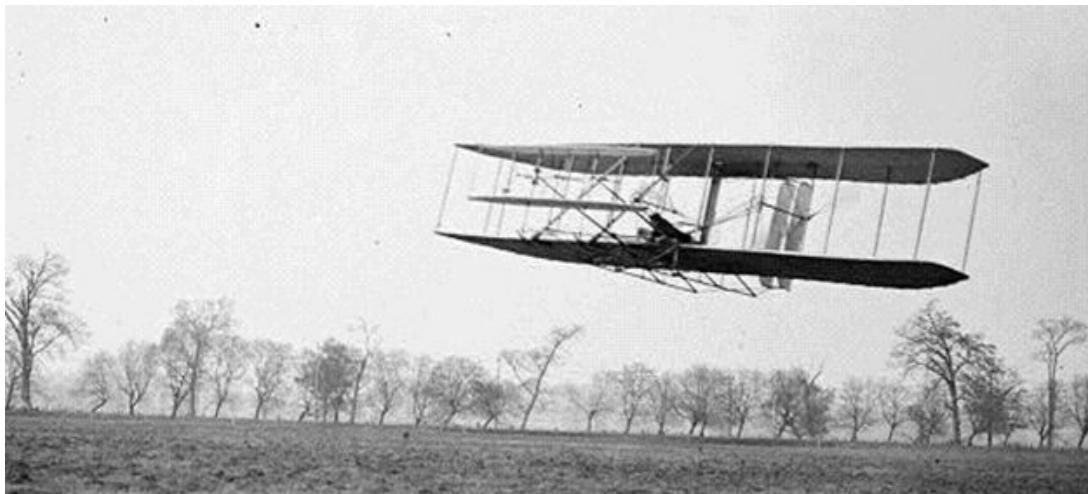
- Il turismo spaziale era considerato troppo pericoloso e costoso per il grande pubblico
- L'esplorazione dello spazio non era né possibile né conveniente per il settore privato
- Hanno partecipato una ventina di aziende, da tutto il mondo, alle quali l'X-Prize richiedeva:
 - di costruire una navicella spaziale affidabile, riutilizzabile,
 - finanziata privatamente
 - con equipaggio in grado di trasportare 3 persone, raggiungere quota 100 km,
 - e di ripetere il viaggio entro 2 settimane

<https://www.xprize.org/prizes/ansari>

<https://www.xprize.org/about/people/gregg-maryniak>

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

1903, 2004... A DISTANZA DI UN SECOLO...



- Il 17 dicembre 1903, nel Nord Carolina, i fratelli, Wilbur e Orville Wright, si alzavano in volo per pochi secondi e qualche metro con un apparecchio spinto da una rudimentale elica azionata da un rudimentale motore.

- Il 27 settembre 2004, nel deserto del Mojave, Mike Melville raggiunge quota 100 km, a bordo di SpaceShipOne, un veicolo suborbitale costruito e finanziato privatamente.



SPACESHIP ONE VINCE L'X-PRIZE, NEL 2004

- SpaceShipOne, progettato da Burt Rutan e costruito dalla sua azienda, la Scaled Composites. Finanziato esclusivamente da Paul G. Allen (socio di Bill Gates) con 30.000\$.
- Il 27 settembre 2004: primo volo spaziale umano della storia finanziato privatamente.
- Come l'X-15 degli anni '60, SpaceShipOne ha utilizzato un sistema di lancio aereo.
- A un'altitudine predefinita di circa 15 km, SpaceShipOne si è sganciato dal suo veicolo portante (White Knight) e ha proseguito il suo volo suborbitale.
- Il sistema di propulsione, detto ibrido, combina il protossido di azoto come ossidante e il polibutadiene idrossiterminato (HTPB o gomma).
- A circa 46 km di quota, i motori si spengono e il velivolo continua la sua corsa fino all'apogeo: circa 103 km, detta anche linea di Karman (il confine tra la terra e lo spazio).
- A questo punto, la parte posteriore delle ali del velivolo si ripiega verso l'alto, per aumentare la resistenza aerodinamica e quindi rallentare l'aereo, mentre cade nella seconda metà del suo volo parabolico.
- Volo 1: 27 settembre 2004 – Pilota: Mike Melvill, carico: peso equivalente altri 2 passeggeri, quota massima circa 103 km.
- Volo 2: 4 ottobre 2004 – Pilota: Brian Binnie, quota massima: 115 km (battendo il record dell'X-15 che durava da 41 anni).



Burt Rutan and SpaceShipOne



SpaceShipTwo – Virgin Galactic

I RAZZI RIUTILIZZABILI FANNO LA STORIA

- Negli ultimi anni, dopo l'avvento dirompente dei razzi riutilizzabili di Space X (2015), le cose hanno iniziato a cambiare.
- Nel 2018, il budget spaziale globale totale è stato di 72,18 miliardi di dollari, 72,34 miliardi nel 2019.
- Negli ultimi tre anni, i governi hanno speso complessivamente 216,27 miliardi di dollari per le attività spaziali.
- Le statistiche testimoniano anche che i bilanci dello spazio civile stanno superando le spese per la difesa.
- Nel 2020 il bilancio mondiale dello spazio ammontava a 82,5 miliardi di dollari, di cui:
 - 50,2 miliardi di dollari, il 61% della spesa totale, per il civile
 - 32,4 miliardi di dollari per il militare.
- Ancora più interessante, il volo spaziale umano è il programma spaziale maggiormente finanziato dai governi di tutto il mondo, con 13,2 miliardi di dollari,
- superando gli 11,7 miliardi di dollari investiti nell'osservazione della Terra (EO) e nella meteorologia, che sono state le applicazioni più popolari dal 2012.
- La scienza e l'esplorazione spaziale sono al terzo posto, con un valore totale di 9 miliardi di dollari.





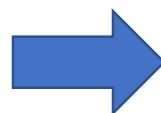


IL COSTO DEL TRASPORTO ORBITALE STA FINALMENTE SCENDENDO

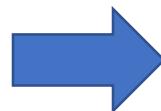
- Chi dobbiamo ringraziare? Almeno: Peter Diamandis, Gregg Maryniak, Elon Musk, Jeff Bezos, Richard Branson.....
- e, naturalmente, l'instancabile lavoro della comunità dei sostenitori dello spazio, negli ultimi 40 anni!
- Il costo del trasporto orbitale sta finalmente diminuendo:
 - da 54.500 \$/Kg. (Space Shuttle) a 1.500 \$/kg (Falcon 9 di SpaceX).
- Lo sviluppo spaziale civile dovrebbe crescere di conseguenza.
- **Accesso allo spazio: gestito da compagnie private, a costi decrescenti**
- Starship, il primo sistema orbitale completamente riutilizzabile, ridurrà ulteriormente il costo del trasporto orbitale,
- rendendo l'industrializzazione e l'insediamento nello spazio geo-lunare finalmente fattibili e sostenibili.
- Starship Super Heavy costerà meno di 1 milione di dollari a lancio.
- In prospettiva 20 dollari/kg per il trasporto di carichi utili lunari.
- Il trasporto di persone nello spazio, come turisti, lavoratori, uomini d'affari, non costerà più dell'attuale volo aereo.
- Il portato di tale prospettiva non è assolutamente compresa - se pure la considerano - dagli economisti.

NEW SPACE: LE PROSSIME TAPPE

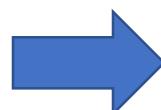
- 2023: veicoli orbitali 100% riutilizzabili (Starship)
- 2025: recupero e riutilizzo dei detriti orbitali
- 2030: produzione di carburante nello spazio, da risorse lunari e asteroidee
- 2030: strategia di espansione umanista: sviluppo di tecnologie di protezione della vita e della salute nello spazio:
 - radiazioni cosmiche,
 - gravità simulata,
 - ambiente verde,
 - ergonomia e comodità



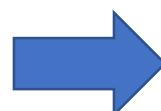
Ulteriore diminuzione del costo del trasporto orbitale (CTO) <1000 \$/Kg



Inizio industrializzazione dello spazio geo-lunare



Ulteriore diminuzione del costo del trasporto orbitale (CTO) <100 \$/Kg



Possibilità di vivere e lavorare oltre i limiti dell'atmosfera terrestre a tempo indeterminato



2. NEW SPACE vs. AEROSPAZIO TRADIZIONALE CARATTERISTICHE E DIFFERENZE



**Cos'è il mercato
new space?**

*Cosa può fare la mia
azienda nel nuovo
mercato spaziale?*

*Esistono ancora le
filiere tradizionali
di subfornitura?*

**La mia azienda ha le
competenze per
sviluppare prodotti e
concetti innovativi?**



Ingegneria?

Umanesimo?

Scienza?

?

*Quale indirizzo mi
farà trovare lavoro
più facilmente?*

Dottorato?

Comunicazione?

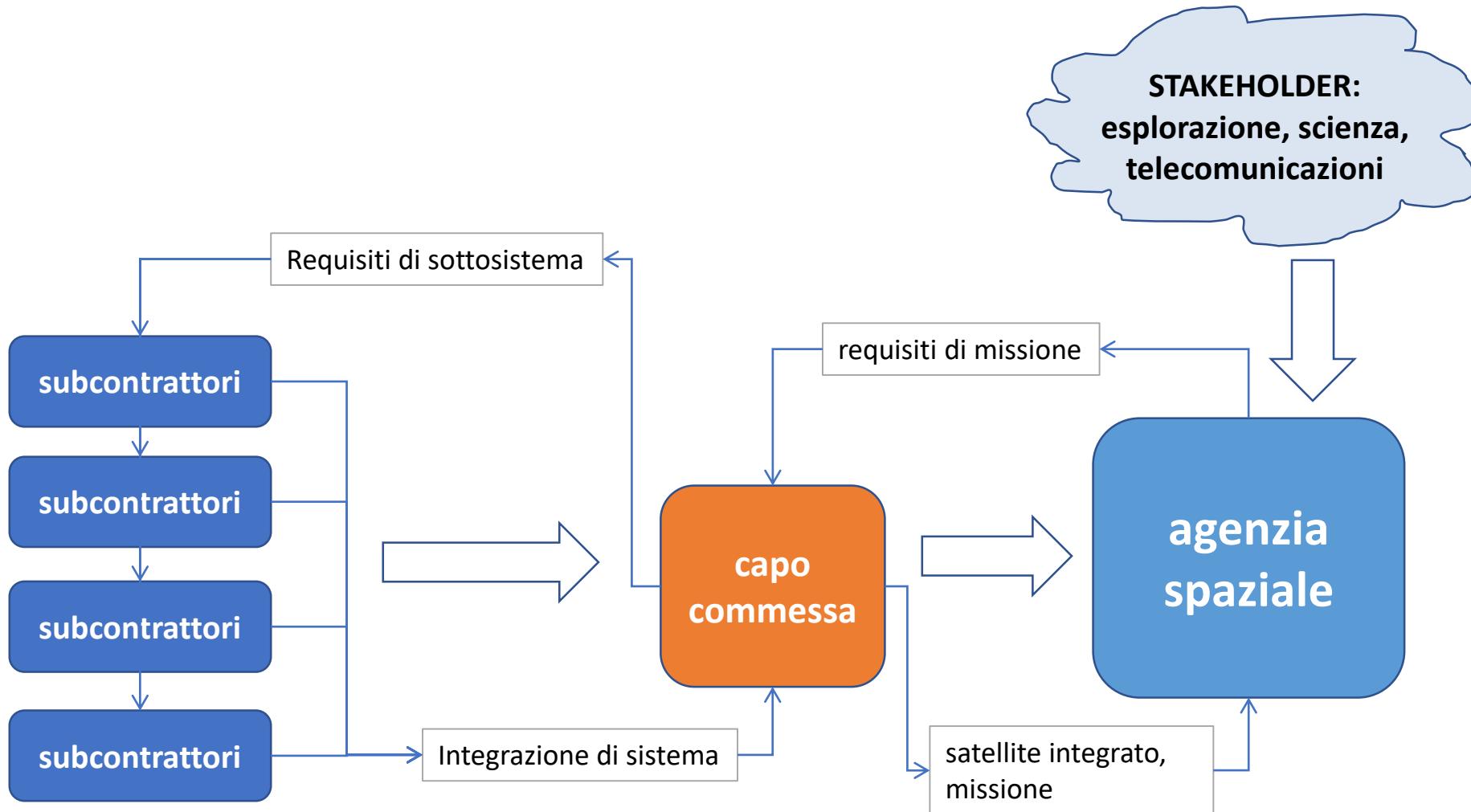
Filosofia?

Spazio?

Marketing?

Economia?

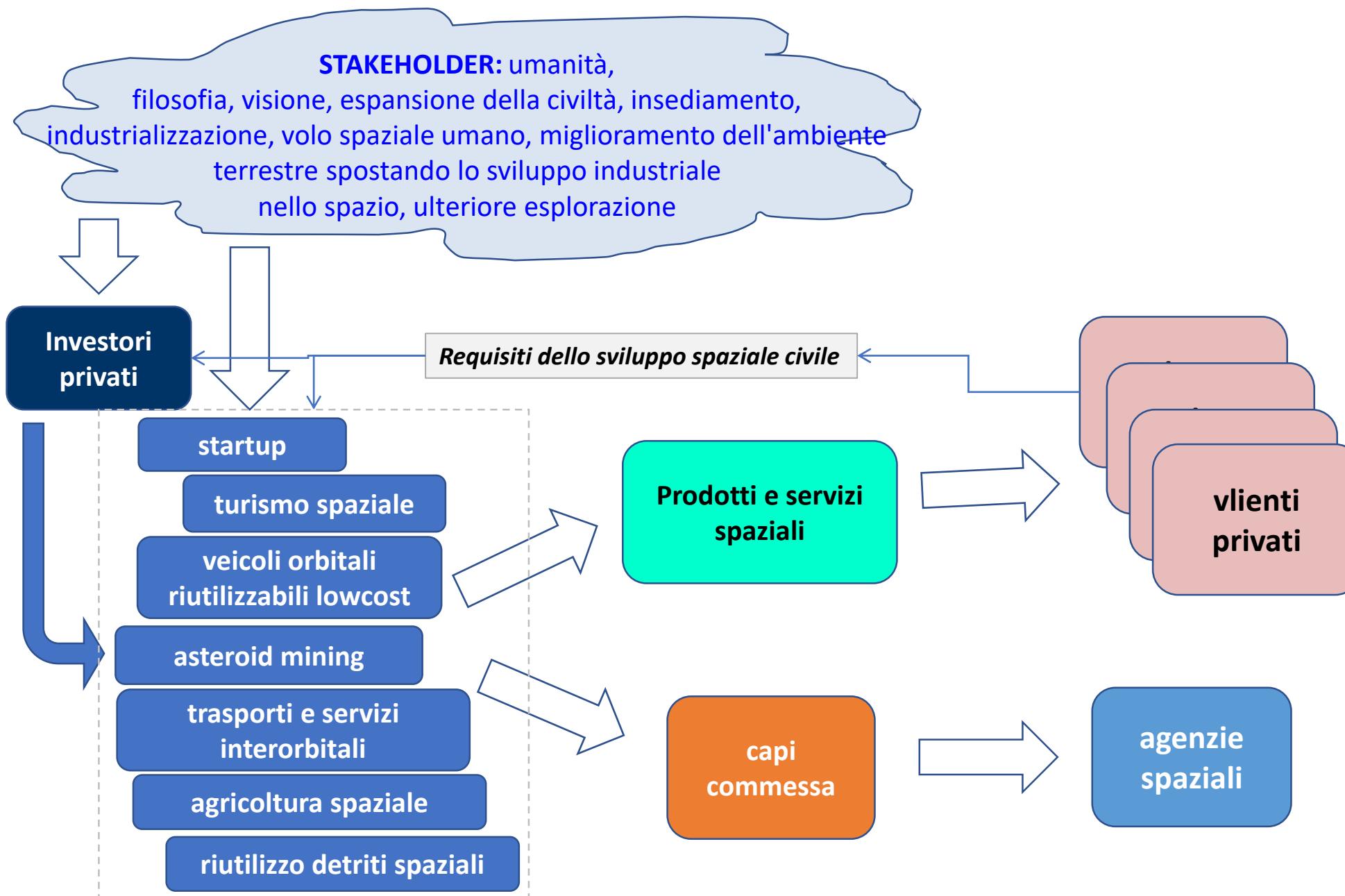
AEROSPAZIO TRADIZIONALE "OLD SPACE"



PARADIGMA:

- costi elevati,
- lunghi tempi di sviluppo,
- denaro pubblico, astronauti addestrati,
- robotica prevalente,
- pieno controllo governativo sullo spazio,
- monopolio di poche grandi aziende (razzi spendibili),
- mercato guidato dal pubblico

NEW SPACE



PARADIGMA:

- accesso allo spazio rapido, migliore e meno costoso,
- pragmatismo,
- mentalità commerciale,
- indipendenza dai governi,
- capitali privati,
- sviluppo dello spazio civile,
- mercato guidato da business e visione

IL CAMBIO DI PARADIGMA

OLD SPACE	NEW SPACE
Finanziato da denaro pubblico	Finanziamento privato
Catena di fornitura classica, guidata dai requisiti delle agenzie	Strategie di missione delle aziende basate sulle proprie idee e obiettivi di innovazione
Scienza, telecomunicazioni, esplorazione	Insediamento e industrializzazione spaziale
Astronautica, da parte di esploratori addestrati dall'esercito(*)	Passeggeri, turisti e pionieri civili nello spazio(*)
Razzi spendibili	Razzi riutilizzabili
Esplorazione spaziale prevalentemente robotica	Volo spaziale umano, ed insediamento, col supporto di robot e IA
Controllati dai governi	Indipendente dai governi
Di fatto non disponibile per gli investitori privati	Basato principalmente su investitori privati
Cura dell'ambiente terrestre attraverso l'osservazione della Terra	Miglioramento dell'ambiente terrestre grazie allo spostamento dello sviluppo industriale nello spazio
Costo elevato della missione, ritorni di investimento lontani nel futuro	Accesso allo spazio più rapido ed economico, ritorno di investimento più rapido
Proliferazione irresponsabile di rottami e detriti in orbita	Evitare nuovi detriti, recuperare e riutilizzare quelli vecchi

(*) **FATTORE CHIAVE**
 trasportare passeggeri civili significa un cambio radicale dei requisiti di missione, es.:

- bassa accelerazione,
- basso costo,
- rientro più sicuro nell'atmosfera,
- protezione dalle radiazioni cosmiche,
- gravità simulata,
- e molto altro.

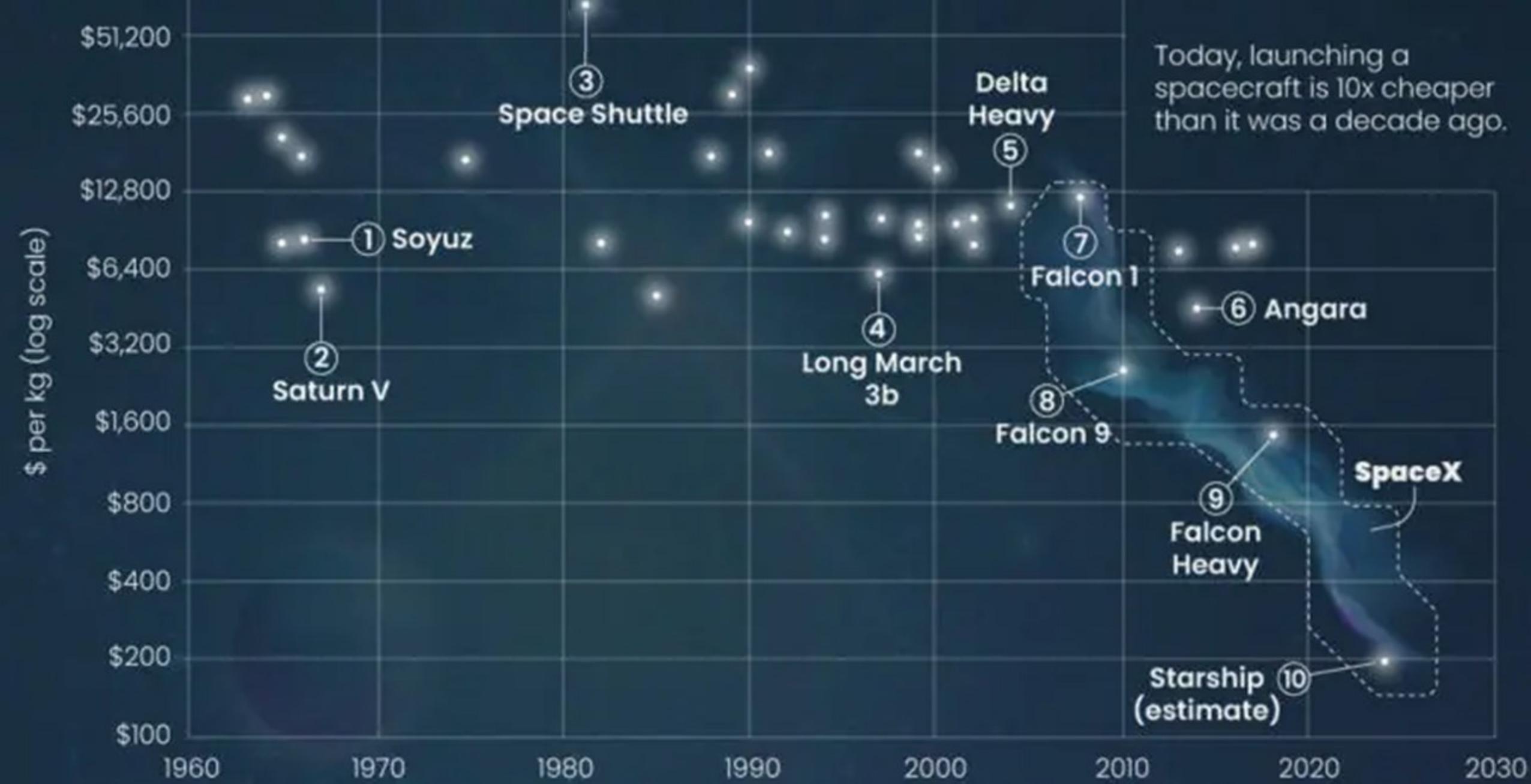
IL CAMBIO DI PARADIGMA (2)

OLD SPACE	NEW SPACE
- - -	Applicazioni/esperienze su misura per il cliente
Programma spaziale separato dall'aeronautica	Collaborazione tra spazio, aeronautica e turismo spaziale
Tutto costruito sulla Terra e trasferito in orbita	Assemblaggio, integrazione, test e consegna in orbita
Trasporto di materiali terrestri in orbita, sulla Luna e nello spazio cislunare	Utilizzo di risorse locali, lunari e asteroidee
Stazioni spaziali scientifiche governative, per un massimo di 6 mesi di permanenza degli astronauti	Architettura spaziale, habitat spaziali dotati di gravità simulata e protetti dalle radiazioni, per soggiorni di lunga durata
Esperimenti scientifici vegetali	Agricoltura spaziale
Esperimenti tecnologici limitati sulla ISS	Sviluppo tecnologico ad ampio raggio: meccanico, chimico, elettronico, ottico, di saldatura, ecc.
Spinoff / trasferimento di tecnologia dallo spazio alla Terra	Lavori terrestri da espandere nello spazio
Programma spaziale separato dall'aeronautica	Applicazioni/esperienze su misura per i clienti

IL CAMBIO DI PARADIGMA (3)

OLD SPACE	NEW SPACE
Costo del trasporto Terra-Orbita: >50.000 \$ / Kg	Costo del trasporto Terra-Orbita: 1.500 \$ / Kg in discesa, con Starship previsto 100 \$ / Kg
Accesso allo spazio: Space Shuttle, costo 200 mld \$	Accesso allo spazio: gestito da aziende private, a costi decrescenti in proporzione alla crescita del mercato
Costo di un lancio satellitare: > 200 m \$	Costo di un lancio satellitare: < 50 m\$ tendenza < 5 m\$
Ogni vettore è un pezzo unico (eccetto le Sojuz)	Produzione industriale dei vettori standardizzati

IMPATTO DI SPACE X SUL COSTO DI ACCESSO ALLO SPAZIO



LE DIFFERENZE TRA ESPLORAZIONE ED ESPANSIONE

Esplorazione spaziale	Espansione nello spazio
L'esplorazione può esistere senza espansione	L'espansione richiede un'esplorazione più avanzata
L'esplorazione è un concetto militare	L'espansione è un concetto civile
L'esplorazione non richiede l'industrializzazione o la costruzione di infrastrutture	L'espansione richiede l'industrializzazione e la costruzione di infrastrutture
L'esplorazione può essere fatta da robot	L'espansione richiede un ampliamento coerente degli insediamenti umani, dalla Terra allo spazio vicino e progressivamente oltre.
L'esplorazione è fatta con denaro pubblico	L'espansione si basa su investitori e aziende private, con supporto pubblico nella prima fase
L'esplorazione è fatta di missioni brevi di andata e ritorno	L'espansione si basa su insediamenti permanenti
L'esplorazione non implica crescita	L'espansione è un processo di crescita globale e progressiva della civiltà
L'esplorazione dà solo un ritorno tecnologico	L'espansione assicura una continua crescita globale, economica e sociale
L'esplorazione si basa sulla spendibilità della vita umana	L'espansione richiede una continua evoluzione delle tecnologie per la protezione della vita e della salute.
L'esplorazione può esistere senza espansione	L'espansione richiede lo spostamento/evoluzione dei posti di lavoro terrestri nello spazio

- Come evidenziato nella tabella, l'espansione non ucciderà l'esplorazione spaziale,
- mentre l'esplorazione fine a se stessa può ritardare e persino ostacolare l'espansione,
- nel contesto di un programma spaziale privo di una strategia adeguata.



3. NEW SPACE ECONOMY SCENARIO ATTUALE

NEW SPACE: OPPORTUNITÀ

- ambiente spaziale: difesa da micrometeoriti, detriti orbitali, radiazioni, stress termico
- vecchia impostazione: costruire le stazioni spaziali portando tutto da terra, nuova impostazione: assemblare le stazioni nello spazio, utilizzo di risorse in situ (ISRU)
- big data e test
- basi spaziali simulate a terra, insediamenti sottomarini
- basi di esplorazione
- infrastrutture, comunicazione, veicoli, logistica
- infrastrutture di ricerca
- laboratori biotech, agricoltura, serre, coltivazioni idroponiche, etc...
- impianti di produzione e processo di materie prime
- strutture di metallo, serbatoi, condutture, macchine
- detriti e rottami orbitali: decommissioning, cattura, riuso (processo rottami e detriti)
- privatizzazione della ISS: cosa si fara' sulla ISS una volta privatizzata?
- attività minerarie sulla luna
- attività minerarie sugli asteroidi

NEW SPACE: OPPORTUNITÀ (2)

- Costruire nello spazio
- Nuovi materiali e processi
- Saldatura per attrito della NASA Saldatura nel vuoto e in assenza di gravità
- ESA Volo parabolico: Esperimenti dell'Università di Bologna
- Produzione additiva a strati (stampa 3D)
- D-SHAPE Costruzione con Regolite Lunare (Pisa)
- Lanciatori riutilizzabili (Space X)
- Detriti spaziali (costo del deorbiting vs valore del riutilizzo)
- Piattaforma orbitale lunare NASA (LOP-G), precedentemente nota come Deep Space Gateway (DSG).
- Villaggio lunare ESA
- Saldatura nello spazio
- Discariche orbitali, stoccaggio di materiale per un futuro riutilizzo, trasporto e traino
- ENAC/ENAV - evoluzione aeronautica - astronautica civile
- voli suborbitali - accordo ENAC/FAA/ASI
- voli suborbitali – Virgin Galactic spazioporto di Grottaglie
- robot spaziali, lavoro umano con i robot umanoidi
- motori ibridi, volo ipersonico, trasporto, point-to-point a quota suborbitale
- progressiva miniaturizzazione
- stampa 3d celle solari

I PRINCIPALI SETTORI NEW SPACE

- Veicoli di trasporto riutilizzabili per persone e merci
- Turismo spaziale
- Detriti spaziali, recupero e riutilizzo
- Attività minerarie sugli asteroidi
- Attività minerarie sulla Luna
- Habitat orbitali, lunari, cislunari
- Prodotti gravità zero
- Trasporto satelliti
- Produzione manifatturiera orbitale, lunare, cislunare
- Stazioni commerciali ed hotel orbitali
- Protezione della vita nello spazio
- Manutenzione satelliti in orbita
- Veicoli ipersonici

VEICOLI DI TRASPORTO SPAZIALE PER PERSONE E MERCI

SISTEMI DI LANCIO ORBITALI, PRINCIPALI PRODUTTORI

(lanci effettuati nel 2022)

lanci	azienda	vettori	paese
61	Space X	Falcon 9, Falcon Heavy	USA
53	China Aerospace Science and Technology	Long March	China
19	TsSKB Progress	Sojuz	Russia
9	Rocket Lab Electron	Electron	USA
7	United Launch Alliance	Atlas	USA
5	ExPace	Kuaizhou	China
3	Astra	Rocket 3	USA
3	ArianeSpace	Ariane	Europe
3	ISRO	Polar Satellite Launch Vehicle	India
2	Orbital Sciences Corporation	Antares	USA
2	Galactic Energy	Ceres-1	China
2	Khrunichev KBKhA	Angara	Russia
2	Avio	Vega	Europe
1	ISRO	LVM	India
1	ISRO	Small Satellite Launch Vehicle	India

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_private_spaceflight_companies

VEICOLI SPAZIALI PASSEGGERI, PRINCIPALI PRODUTTORI

Produttori	Veicoli	Tipologie di veicoli spaziali
Space X	Dragon, su Falcon 9	Orbitale, capsula riutilizzabile lanciatore parzialmente riutilizzabile
	Starship	Orbitale, lunare, completamente riutilizzabile
Northrop Grummann	Cygnus, su Antares 230, Atlas V 401	Orbitale, capsula riutilizzabile, Lanciatori non riutilizzabili
Sierra Nevada	Dream Chaser su Atlas V, Vulcan	Orbitale, navetta riutilizzabile, Lanciatori non riutilizzabili (2023)
Blue Origin	Biconic Space Vehicle, su New Glenn	Orbitale, riutilizzabile (in sviluppo)
	Crew Capsule, su New Shepard	Suborbitale, completamente riutilizzabile
Boeing	Starliner CST-100, su Atlas V	Orbitale, lunare, non riutilizzabile
Virgin Galactic, Spaceship Company	SpaceShipTwo	Suborbitale, completamente riutilizzabile



- *Missione: portare civili nello spazio*
- Fondata nel 2002
- SpaceX ha completato 197 lanci del Falcon 9, 155 atterraggi, 133 ri-voli
- 5 lanci del Falcon Heavy, 11 atterraggi, 6 ri-voli
- 37 lanci della capsula Dragon, 33 visite alla ISS, 16 ri-voli
- La NASA ha scelto la Starship di SpaceX per l'invio di esseri umani sulla Luna.
- Starship è costruito per essere completamente riutilizzabile ed è il più potente veicolo di lancio al mondo, in grado di trasportare più di 100 tonnellate metriche di passeggeri e merci.
- SpaceX spera di lanciare il primo test di volo orbitale di Starship nel febbraio 2023.

SPACE X - PRODOTTI

- **Falcon 9**: lanciatore 2 stadi, 1° stadio riutilizzabile
 - altezza: 68,4 m; diametro: 3,7 m.; lanci: 200, atterraggi: 159;
 - carico utile max. 17,4 t LEO; 4 t GEO
 - costo per lancio: 67 \$M (nuovo) 50 \$M (ri-usato);
- **Falcon Heavy**: lanciatore 2 stadi, 1° stadio riutilizzabile
 - altezza: 70 m; diametro: 3,66 m.; lanci: 5, atterraggi: 1 vettore centrale, 8 laterali;
 - carico utile max. 63,8 t LEO; 26,7 t GEO; Marte 16,8 t; Plutone 3,5 t
 - costo per lancio: 97 \$M (riutilizzabile) 150 \$M (spendibile)
- **Dragon Cargo**: capsula orbitale merci, riutilizzabile
 - primo volo alla ISS: 6 dicembre 2020; missioni: 6
 - vettore: Falcon 9; recupero: paracadute, in mare
 - Capacità di carico: 3,3 t alla ISS
- **Dragon Crew**: capsula orbitale passeggeri, riutilizzabile
- **Starship**: 100% riutilizzabile, Two Stages To Orbit (TSTO)
- **Starlink**: rete internet satellitare
- **Starshield**: sicurezza, difesa



Space X Falcon Heavy



- lanciatore 2 stadi, 1° stadio riutilizzabile
- altezza: 70 m; diametro: 3,66 m.; lanci: 5, atterraggi: 1 vettore centrale, 8 laterali;
- carico utile max. 63,8 t LEO; 26,7 t GEO; Marte 16,8 t; Plutone 3,5 t
- costo per lancio: 97 \$M (riutilizzabile) 150 \$M (spendibile);

Space X Crew Dragon



- capsula orbitale passeggeri, riutilizzabile
- passeggeri: max. 7
- primo volo alla ISS: 2 marzo 2019; missioni: 7
- vettore: Falcon 9;
- recupero: paracadute, in mare



Space X Starship

- Starship + Falcon Super Heavy
- veicolo di trasporto spaziale, 100% riutilizzabile
- 2 stadi, entrambi riutilizzabili
- altezza: 120 m; diametro: 9 m.
- carico utile 100 - 150 t (dipende dall'orbita)
- motori Falcon Super Heavy: 33 raptor a metano liquido + ossigeno liquido
- motori Starship: 3 Raptor, 3 Raptor vacuum, a metano liquido + ossigeno liquido
- destinazioni: orbita terrestre, Luna, Marte, collegamenti terrestri point to point



Space X Starship

STARLINK



DIFFUSIONE DELLA RETE STARLINK (GEN 2023)

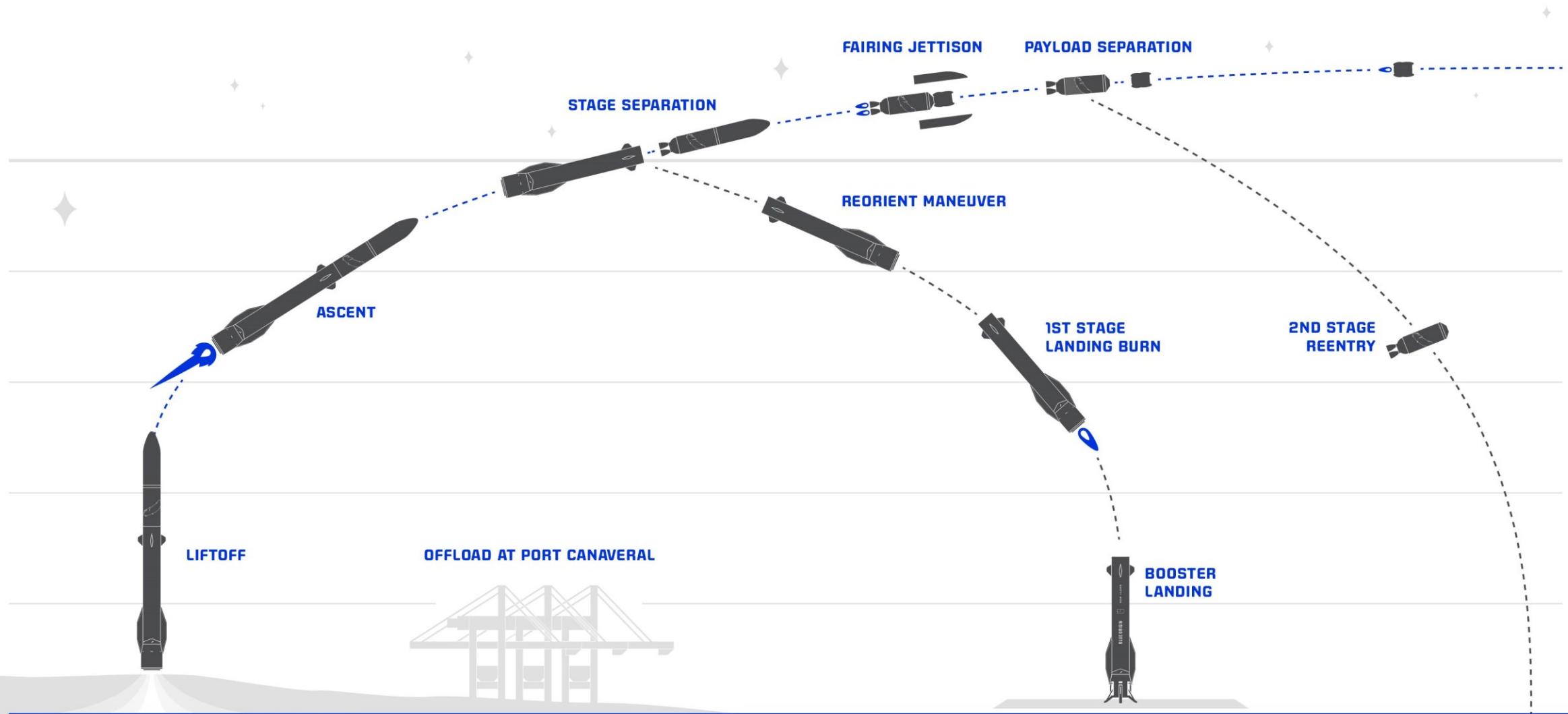
BLUE ORIGIN – NEW GLENN

- Altezza: 98 m
- Diametro: 7 m.
- Max. carico utile orbita bassa: 70.000 Kg
- Lancio da: Cape Canaveral
- Primo lancio: 4° quadrimestre 2023
- Propulsori: 7 Blue Origin BE4
- Propellente: LCH4/LOX



- Intitolato all'astronauta John Glenn
- veicolo di lancio heavy-lift
- in grado di trasportare persone e carichi utili in orbita terrestre e oltre
- primo stadio riutilizzabile costruito per 25 missioni
- carenatura di 7 metri = volume di carico utile due volte superiore a quello di qualsiasi altro veicolo di lancio esistente
- in grado di lanciare e atterrare nel 95% delle condizioni meteorologiche.

BLUE ORIGIN – NEW GLENN, VOLO



LAUNCH COMPLEX 36
SPACE COAST, FL



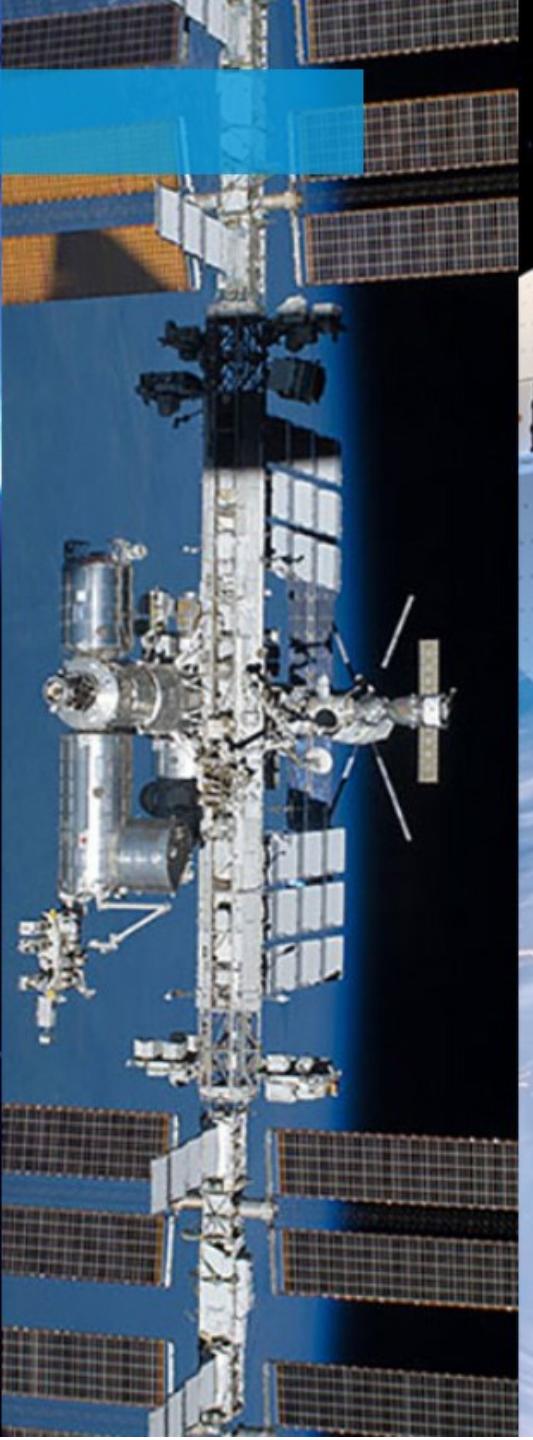
SIERRA NEVADA – DREAM CHASER

SIERRA NEVADA – DREAM CHASER

- 2 configurazioni:
 - veicolo robotizzato per trasporto merci
 - spazioplano con equipaggio
- Capacità di carico:
 - 5 t pressurizzato + 500 kg non pressurizzato
- Equipaggio: 3 – 7 persone
- Destinazione: LEO
- Funzione: rifornimento e trasporto equipaggio a stazioni orbitali (ISS, Orbital Reef)
- Primo volo orbitale: estate 2023
- Propulsione in orbita: motore Orbitec Vortex, alimentato da propano e protossido di azoto
- Primo stadio: Atlas V (ULA = Lockheed Martin + Boeing)



BOEING IN SPACE



BOEING

- ARTEMIS - programma lunare della NASA
- Stazione Spaziale Internazionale (ISS)
- Veicolo spaziale commerciale, CST-100 Starliner, per turismo e produzione in orbita terrestre bassa.
- Space Launch System - trasporto persone e carichi pesanti sulla Luna e su Marte: avionica, stadio centrale e stadi superiori
- Gateway – stazione cislunare, centro di smistamento per missioni robotiche e con equipaggio verso la superficie lunare ed eventualmente verso Marte.
- Boeing è partner con Lockheed Martin nella United Launch Alliance (ULA)

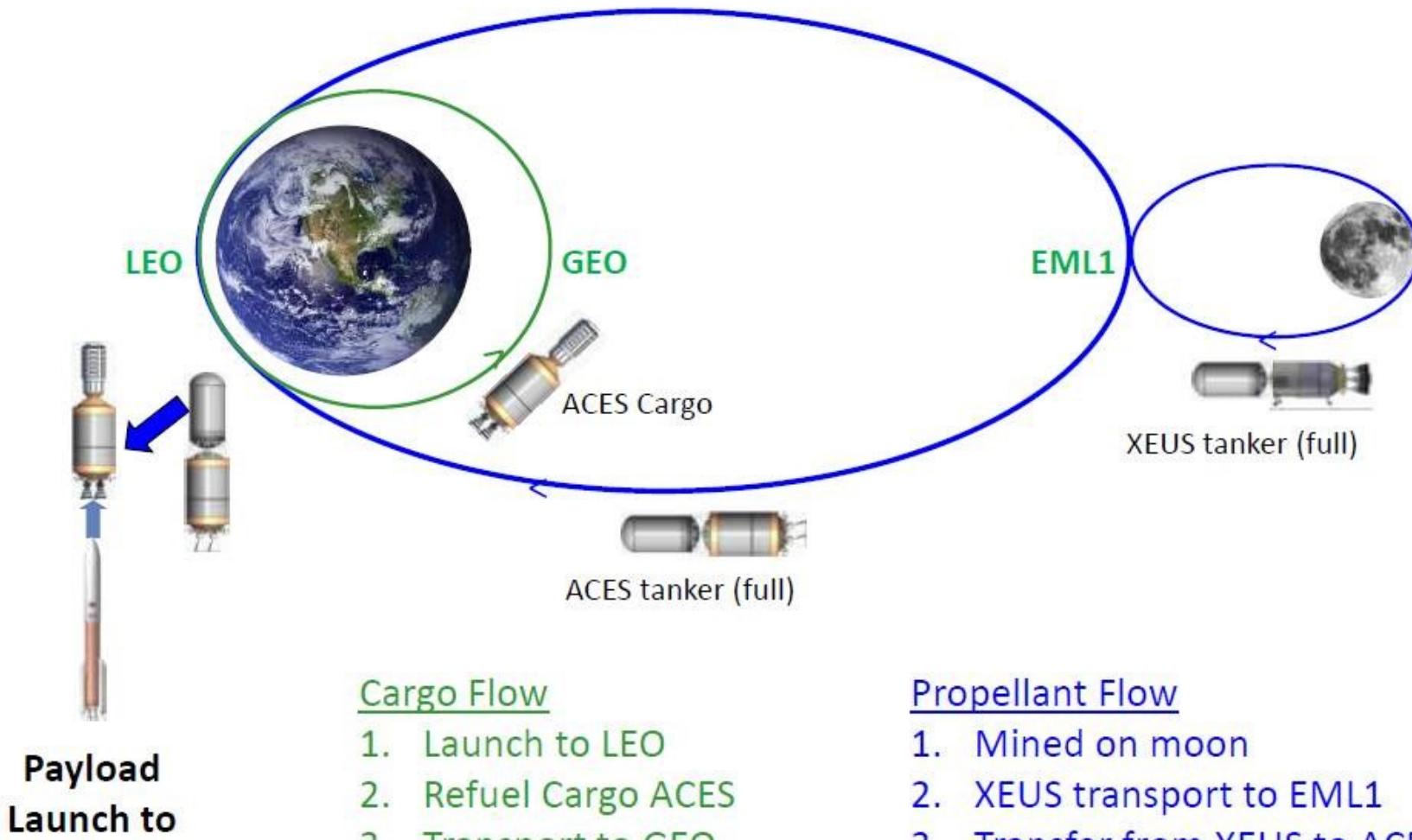
United Launch Alliance

- Boeing + Lockheed Martin
- Principali prodotti operativi:
 - **Atlas V**, 98 voli dal 2002, sarà il vettore dello Starliner e del Dream Chaser, motori RD-180 RD Amross, alimentati a kerosene e ossigeno liquido
 - **Centaur**, stadio superiore per Atlas V, per voli con equipaggio, motori RL10 Aerojet Rocketdyne, alimentati ad ossigeno ed idrogeno liquidi
 - **Delta IV**, usato prevalentemente per mettere in orbita payload militari; due versioni Medium e Heavy
 - **Interim Cryogenic Second Stage (ICPS)**, stadio superiore per l'SLS, sotto la capsula Orion.
- In corso di sviluppo:
 - **Vulcan Centaur**, veicolo pesante, per lanciare capsule o navicelle con equipaggio, come Starliner e Dream Chaser; carico utile 25 t in orbita bassa, 15 t GEO; motori BE-4 Blue Origin (riutilizzabili), alimentati a metano liquido e ossigeno liquido; prossima versione riutilizzabile

VULCAN-CENTAUR - PERFORMANCE

Orbit *	Vehicle	Vulcan Centaur (2-solid)	Vulcan Centaur (6-solid)	Vulcan Centaur Heavy (2023)
LEO ER 28.7° (Ref.) 200 km circular	17800 kg [39200 lb]	27400 kg [60300 lb]	34900 kg [76900 lb]	
LEO ER 51.6° (ISS) 407 km circular	15300 kg [33800 lb]	24200 kg [53400 lb]	31400 kg [69300 lb]	
LEO WR 90° (Polar) 200 km circular	14300 kg [31500 lb]	22300 kg [49200 lb]	27900 kg [61500 lb]	
GTO 1800 m/s 35,786 km x 185 km @ 27.0 deg	7400 kg [16400 lb]	13300 kg [29300 lb]	16300 kg [35900 lb]	
GEO 35,786 km circular @ 0 deg	2050 kg [4500 lb]	6000 kg [13200 lb]	7200 kg [15900 lb]	

Business Model



NORTHROP GRUMMAN

- **Telescopio spaziale James Webb** NASA
- **Antares**, veicolo di lancio
- **Cygnus**, navetta di rifornimento e payload scientifici alla ISS
- **Mission Extension Vechicle** (MEV), aggancio, operazioni di prossimità, manutenzione di satelliti in orbita, per allungarne la vita operativa
- **progetto Artemis:**
 - propulsori a propellente solido per SLS
 - motori di aborto missione per SLS
 - motori di controllo d'assetto per il modulo con equipaggio Orion
- **Stazione orbitale commerciale**, disegno concettuale
- Diversi prodotti per la difesa



- ISMA - In Space manufacturing and assembly, assemblaggio satelliti in orbita
- Detriti orbitali, tecniche di mitigazione, rimozione, evitamento
- Partecipazione a RemoveDebris
- Spazioplano
- Modulo di servizio per la capsula Orion (progetto Artemis)
- Modulo Columbus sulla ISS
- Satelliti di comunicazione, osservazione della Terra, scienza, navigazione



ARIANE GROUP

- Ariane 6, famiglia di lanciatori spendibili, 2 stadi
 - LEO, GTO (Geostationary Transfer Orbit), SSO (Sun Synchronous Orbit)
 - stadio superiore, motore Vinci, che permette spegnimento e riaccensione
 - altezza: max 63 m., diametro: 5,4 m.
 - due configurazioni:
 - Ariane 64, 4 propulsori, 20 t in LEO, 12 t in GTO
 - Ariane 62, 2 propulsori, 7 t in LEO e 4,5 t in GTO
 - costo di produzione 40-50% meno di Ariane 5, grazie a tecnologie 3d printing, trattamento superficiale laser, saldatura a frizione-stiramento
- Ariane 5, lanciatore spendibile, 2 stadi
 - altezza: max 52 m., diametro: 5,2 m.
 - due configurazioni:
 - Ariane 5 ES, 2 propulsori, 16 t in LEO, 12 t in MEO
 - Ariane 5 ECA, 2 propulsori, 10,5 t in GTO



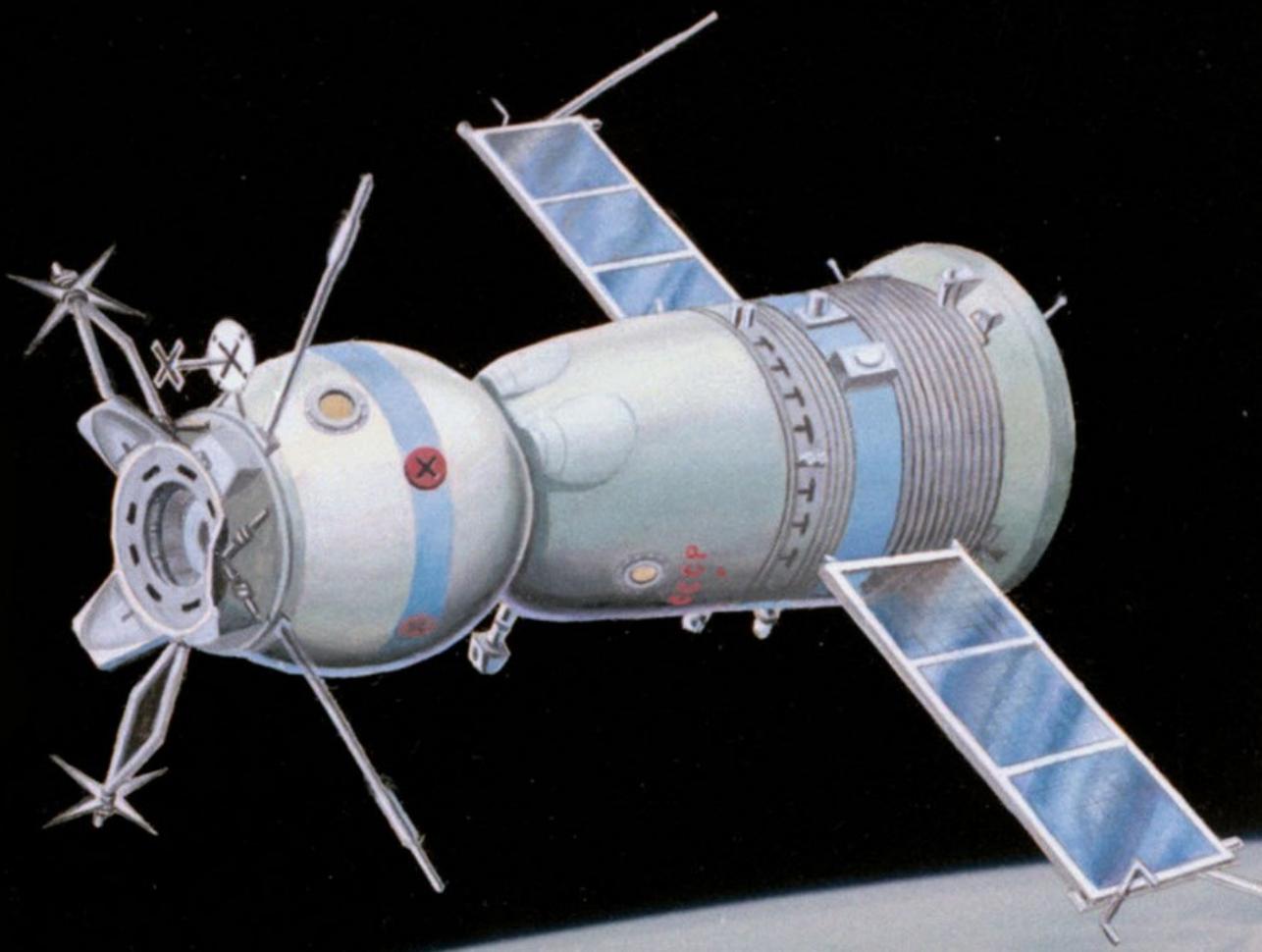
Ariane 6



Ariane 5

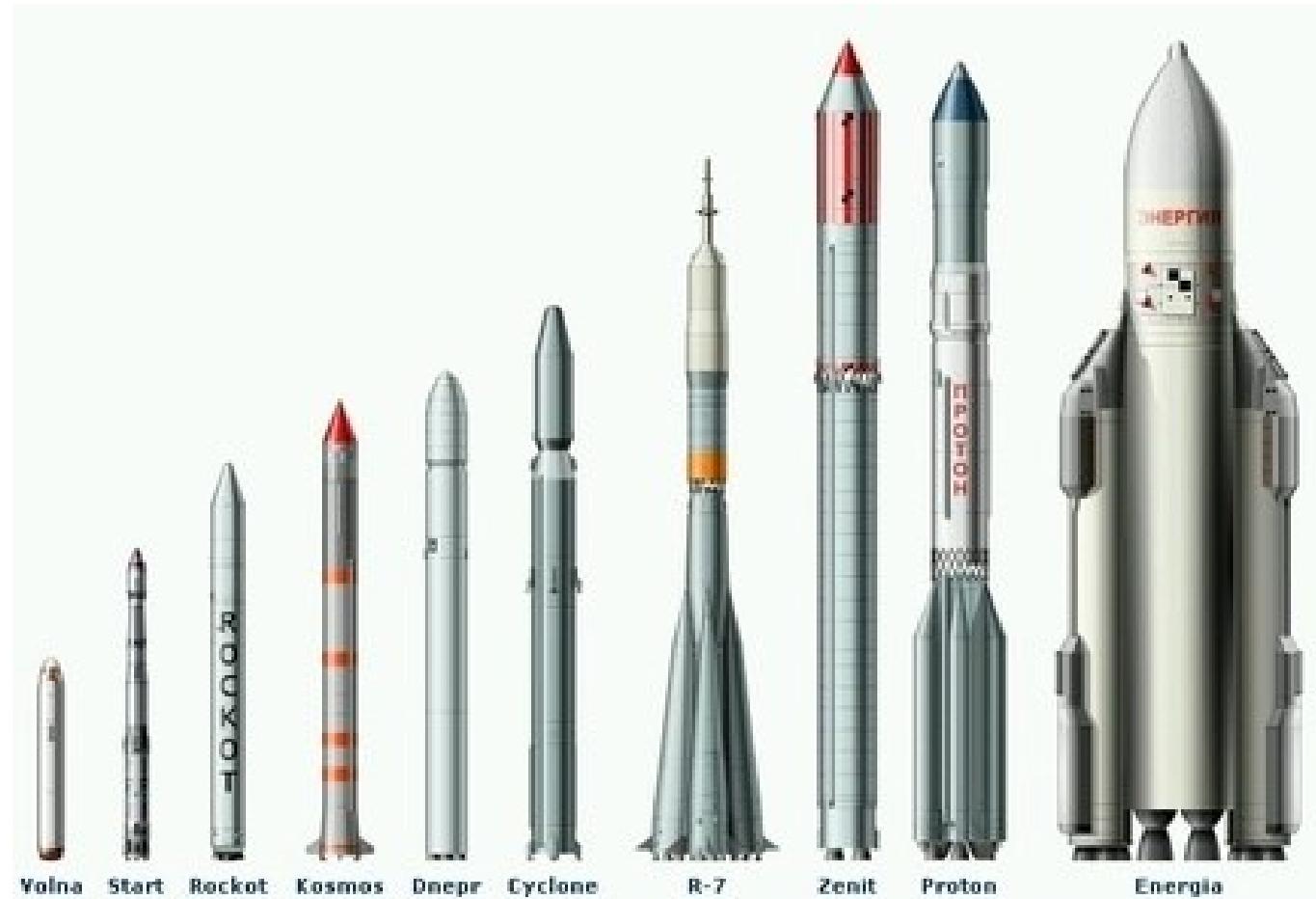
SOJUZ

- Veicolo di trasporto astronauti alle stazioni orbitali Saljut, Mir e Stazione Spaziale Internazionale.
- produttore: RKC Progress
- altezza: 49,3 m., diametro: 8,04 m.
- primo volo senza equipaggio 28 novembre 1966
- primo volo con equipaggio 23 aprile 1967
- passeggeri: max 3
- propulsori: 1° stadio 4xRD-107; 2° stadio 1xRD-108; 3° stadio (la navicella) RD-0110, RD-0124
- basi di lancio: Bajkonur, Plesetsk, Vostocnyj, Guyana
- futuro: Sojuz-5, primo lancio 2025, 2026 orbita lunare



LANCIATORI RUSSI SPENDIBILI

- **Sojuz**, famiglia di razzi spendibili, OKB-1 e Progress Rocket Space Centre; operativo
- **N1**, lanciatore superpesante, oltre LEO; OKB-1; h: 105 m, diam: 17 m.; carico: 95 t in LEO, 23,5 t trans luna; dismesso
- **Proton**, lanciatore ad uso governativo e commerciale; Khrunichev State Research Centre; h: 53 m., diam: 7.4 m.; carico : 23,7 t in GTO, 6,3 t; operativo
- **Energia**, lanciatore superpesante, per la navetta Buran; NPO Energia; h: 58,8 m. diam: 17,65 m.; carico: 100 t LEO, 20 t GSO, 32 t trans luna; dismesso
- **Angara**, famiglia di lanciatori Khrunichev State Research Centre; 2 o 3 stadi; max h: 64 m.; max carico: 24,5 t LEO, 6,6 t GTO, 4 t GEO; operativo



LANCIATORI CINESI

- **Lunga Marcia**, famiglia di razzi spendibili, China Aerospace Science and Technology Corporation; da 1 a 9, poi 11
- **Lunga Marcia 5, 6, 7**, razzi spendibili di nuova generazione; propulsori di classe YF-100; propellente RP1/LOX; carico heavy: 25 t LEO
- **Lunga Marcia 9**, lanciatore pesante spendibile, in corso di sviluppo; carico heavy: 160 t LEO, 53 t trans Luna, 44 t Marte; la versione 22 sarà riutilizzabile
- **Nuovo lanciatore riutilizzabile**, Academy of Aerospace Propulsion Technology, una divisione della China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC); propulsore: YF-100N; primo volo 2026; propellente: kerosene e ossigeno liquido; uso: trasporto uquipaggio per la stazione spaziale Tiangong e missioni lunari

Eight Versions of the Long March in Use Today by the PRC



Since 1970 the PRC has launched 12 different versions of the Long March rocket. The eight rockets depicted above, plus one not shown, are in use today. Three new versions of the rocket are said to be in development.



TURISMO SPAZIALE

TURISMO SPAZIALE: MERCATO E SEGMENTAZIONE

■ Turismo Suborbitale

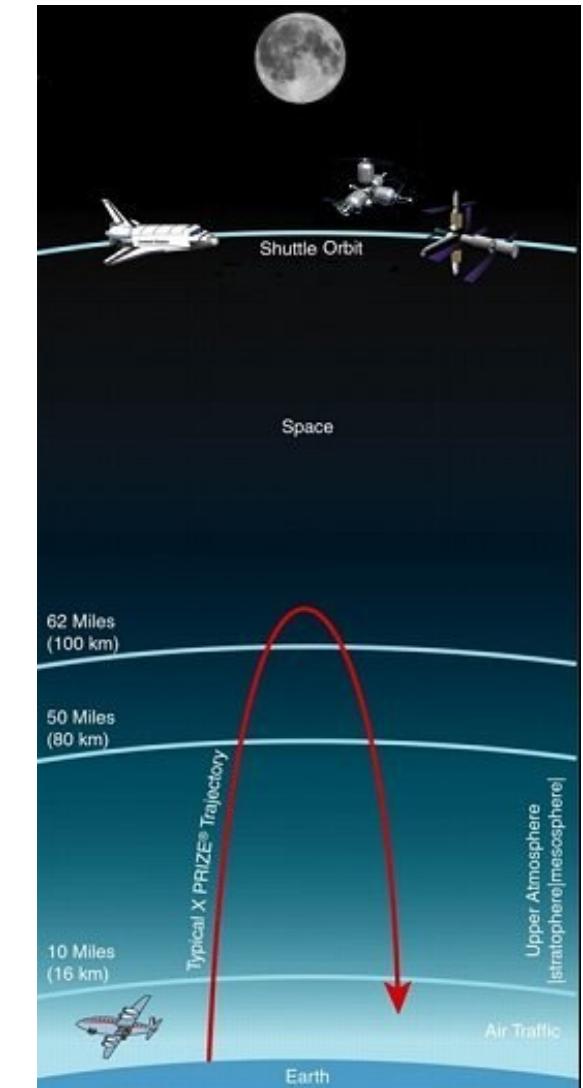
- Superamento della quota di 100km
- Velivoli già testati e in fase di produzione in serie
- Inizio attività operative nel 2022 (Blue Origin, Virgin Galactic)
- **Costo per persona: 250k\$**

■ Turismo Orbitale Terrestre

- Attività al momento effettuata con capsule Dragon Crew (Space X), più ergonomica rispetto alla vecchia Sojuz
- **Costo per persona: ca. 60M\$**

■ Permanenza in Orbita in Strutture Pressurizzate

- Attualmente disponibile solo la ISS, inadatta a tale compito sia commercialmente che per aspetti di safety per standard civili
- Habitat inflatable in fase di test, con capacità di accogliimento superiori alla ISS
- Stazioni orbitali commerciali, in fase di progettazione
- Inizio attività operative nuovi habitat: ???



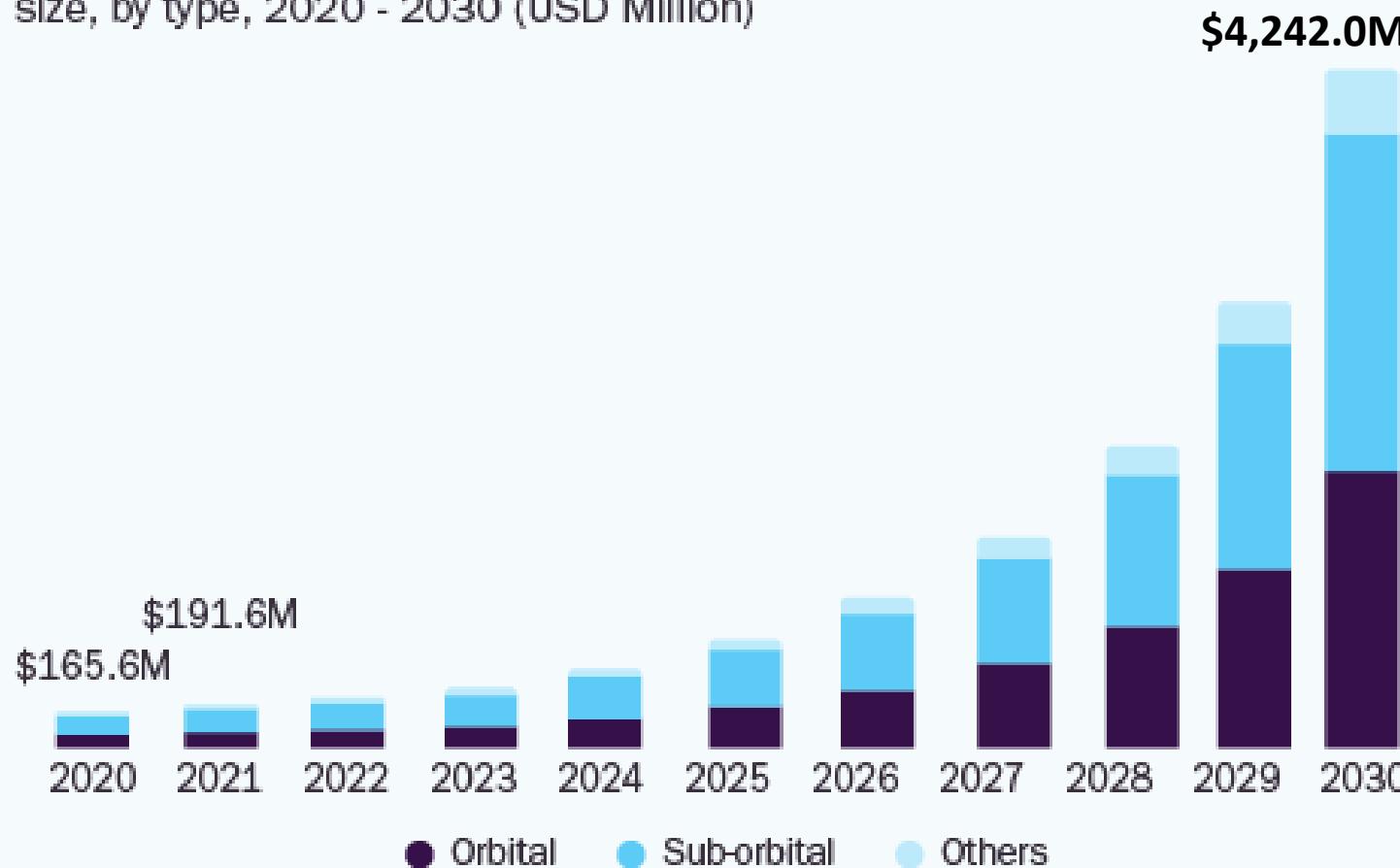
TURISMO SPAZIALE: MERCATO GLOBALE ATTUALE E PREVISIONI

attributo	dettagli
Valore globale di mercato 2023	USD 815.7 milioni
Previsione 2030	USD 8.7 miliardi
Tasso di crescita	40.2% dal 2023 al 2030
Anno base per la stima	2022
Dati storici	2017 - 2021
Periodo di previsione	2023 - 2030
Aree considerate	Nord America; Europa; Asia Pacifico; America Latina; Medio Oriente & Africa
Aziende profilate	Airbus Group SE; Axiom Space; Blue Origin; Boeing; Orion Span; Space Adventures; SpaceX; Virgin Galactic; Zero2Infinity; ZERO-G

TURISMO SPAZIALE: MERCATO USA ATTUALE E PREVISIONI

U.S. Space Tourism Market

size, by type, 2020 - 2030 (USD Million)



GRAND VIEW RESEARCH

41.0%

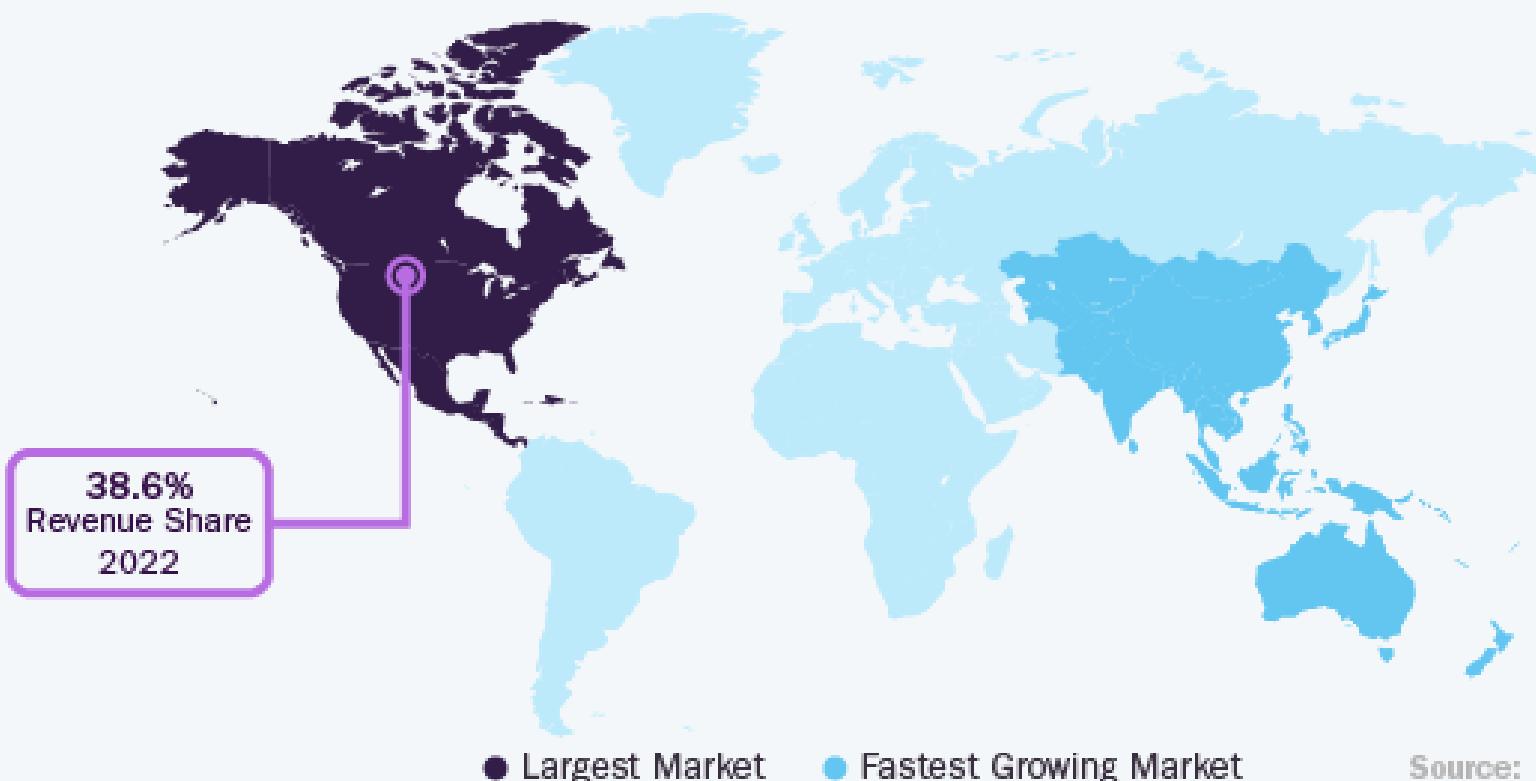
U.S. Market CAGR,
2023 - 2030

Source:
www.grandviewresearch.com

TURISMO SPAZIALE: AREE DI MAGGIOR CRESCITA

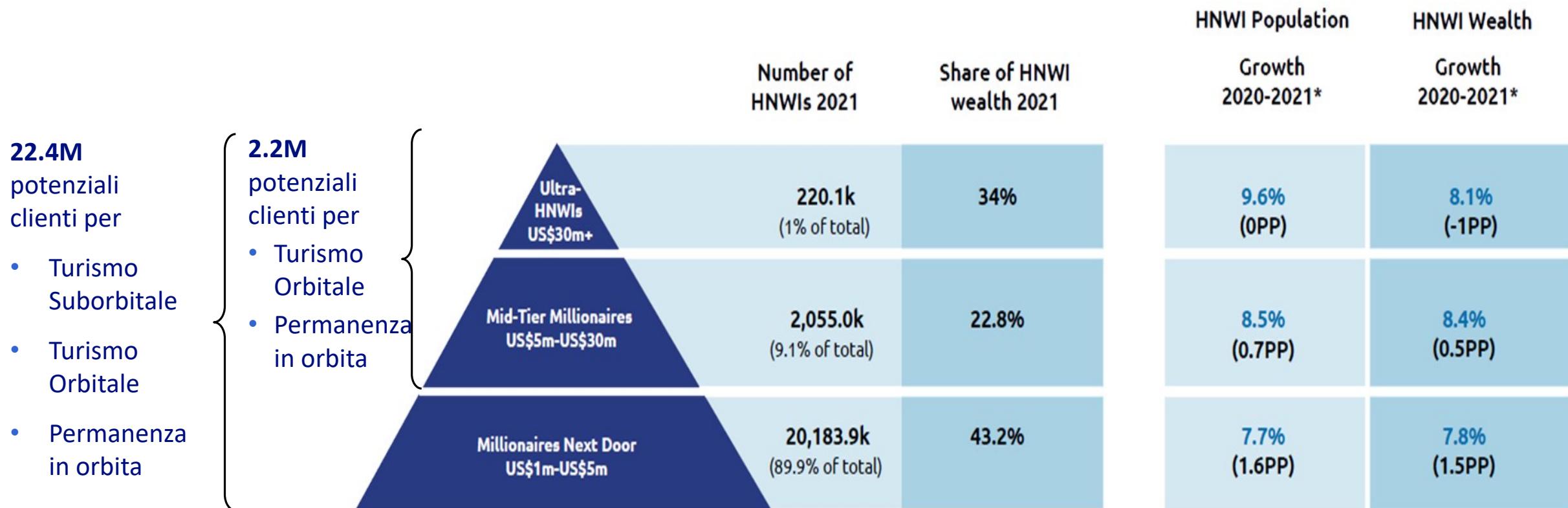
Space Tourism Market

trends by region



TURISMO SPAZIALE: CLIENTI POTENZIALI

Distribuzione degli "High Net Worth Individuals" (0,28% della popolazione mondiale) per fasce di Reddito (2021)*



*PP = Percentage Points denotes the change between 2020 & 2021

Source: Capgemini Research Institute for Financial Services Analysis, 2022.

TURISMO SPAZIALE: AZIENDE PRINCIPALI

azienda	offerta	addestramento	località	attività comm.	prezzi
Virgin Galactic	Volo suborbitale parabolico, ca. 100 km, 4 passeggeri, su SpaceShipTwo Unity	3 gg	Spaceport America New Mexico(*)	2023	250 K\$
Blue Origin	Volo suborbitale verticale, ca. 100 km, 6 passeggeri, su NewShepard	2 gg	Van Horn, Texas	aperta	>1 M\$
SpaceX	Volo orbitale, visita alla ISS , orbita bassa, 4 passeggeri, su Falcon 9 + Dragon Crew	6 mesi	Cape Canaveral	aperta	>50 M\$
	Volo circumlunare , su Starship	6 mesi	NP	2024	NP
Axiom Space	Visita alla ISS, orbita bassa, 4 passeggeri, su Falcon 9 + Dragon Crew	120 gg	Cape Canaveral	aperta	>50 M\$
Space Adventures	Visita alla ISS, su Sojuz	NP(**)	Baikonur	aperta	50-60 M\$
	Volo circumlunare , su Sojuz	NP	Baikonur	aperta	150 M\$
	Voli parabolici zero G, visite a basi spaziali	--	Varie	aperta	>5 K\$
Zero 2 Infinity	Volo a quota 36 km , 6 passeggeri, 5 ore su pallone stratosferico	NP	Aeroporti in Spagna	aperta	132 K\$

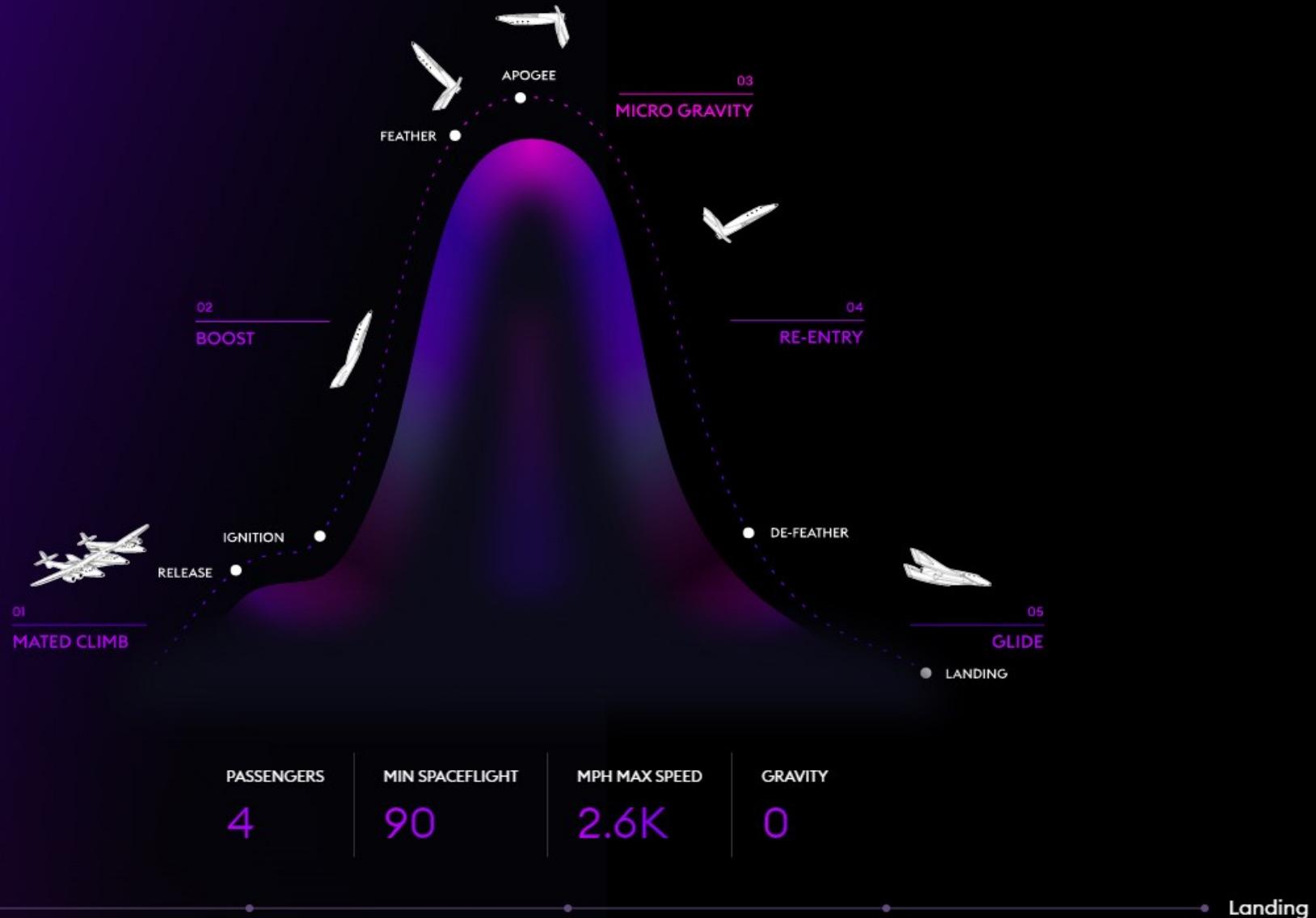
(*) accordi con diversi spazioporti nel mondo, incluso Grottaglie (Puglia)

(**) NP = non pervenuta

VIRGIN GALACTIC SPACESHIP TWO VOLO SUBORBITALE

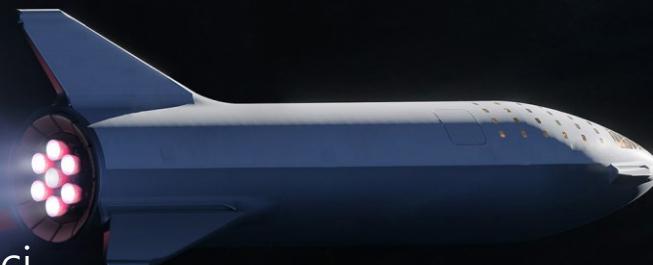
VIRGIN GALACTIC SPACEFLIGHT

Experience weightlessness, breathtaking views of Earth, and a life-changing transformation through our unique and innovative spaceflight system, all in unparalleled comfort.



IL PROGETTO DEAR MOON

- turismo lunare e progetto artistico
- ideato e finanziato dal miliardario giapponese Yusaku Maezawa.
- navicella SpaceX Starship
- viaggio circumlunare, 6 giorni
- 9 passeggeri civili, 2 membri dell'equipaggio
- produzione di lavori artistici durante il viaggio
- promozione della pace nel mondo



BLUE ORIGIN TURISMO SUBORBITALE

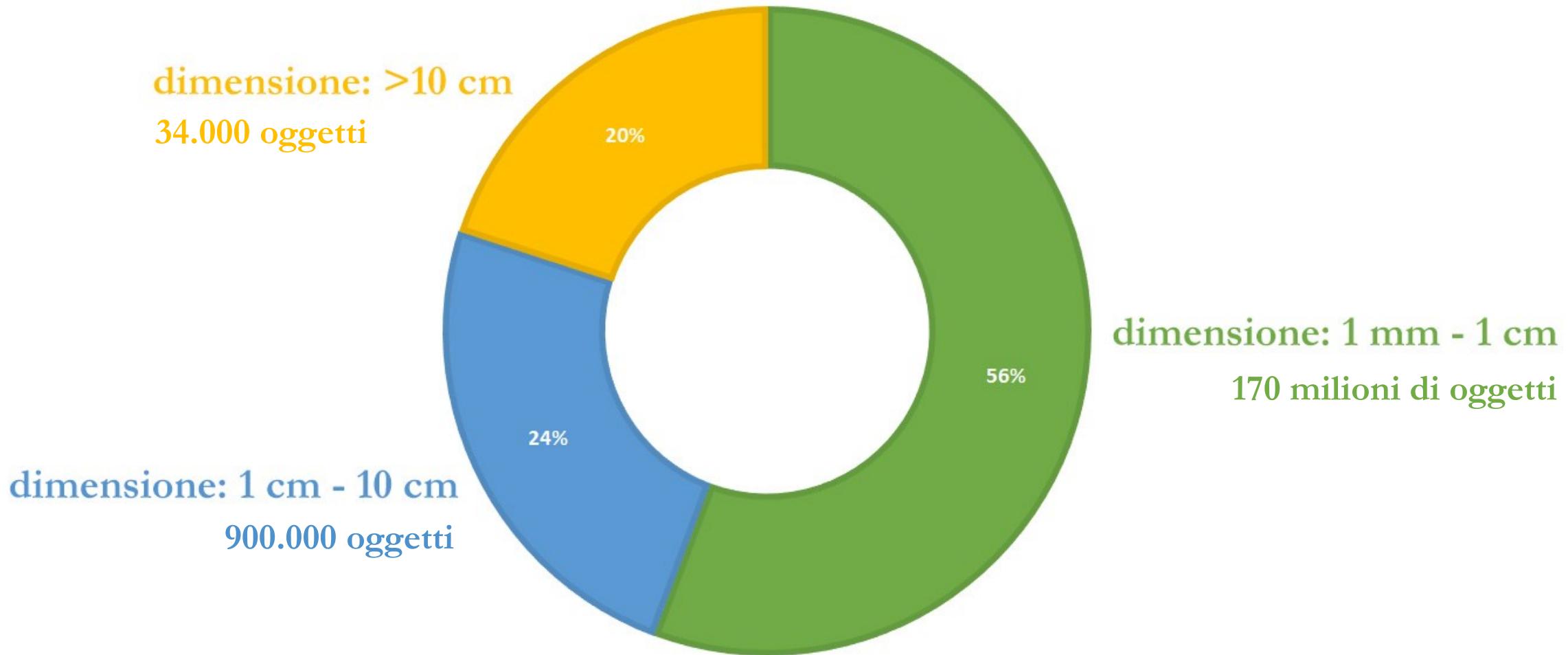
- Veicolo: New Shepard, riutilizzabile, decollo e atterraggio verticale
- Capsula pressurizzata per 6 passeggeri, senza pilota
- Dimensioni: 18 m
- Quota max raggiunta: 107 km
- Durata del volo: ca. 11 minuti
- 6 voli con passeggeri effettuati dal 20 Luglio 2021



DETRITI ORBITALI, RECUPERO E RIUTILIZZO



DETRITI ORBITALI (2021)



DETRITI E ROTTAMI SPAZIALI, MONITORAGGIO E RIMOZIONE: IL MERCATO

Il mercato:

- Valore attuale: ca. 1 mld \$
- Previsione 2029: 1,5 mld \$
- Tasso di crescita annuale previsto: 7,15%
- Fattori di crescita:
 - aumento della domanda causato dal numero crescente di lanci satellitari e di attività di esplorazione spaziale
 - crescente partnership tra le nazioni chiave per l'allerta situazionale nello spazio
- Ostacoli:
 - Mancanza di norme legali per la rimozione di detriti spaziali

Le strategie:

- **Monitorare:**
 - la NASA traccia 27.000 oggetti (2021)
 - tracciamento laser
 - mediante telescopi
- **Mitigare:**
 - limitare o prevenire la creazione di nuovi detriti,
 - progettare satelliti in grado di resistere agli impatti
 - utilizzo di regimi orbitali con meno detriti
 - allungare la durata di vita operativa, mediante manutenzione orbitale
 - istruire i veicoli spaziali per evitare collisioni con i detriti
- **Rimuovere:**
 - de-orbitare, mediante apposito dispositivo di propulsione, al termine della vita operativa
 - spostare in orbite "di smaltimento" al termine della vita operativa
 - rimuovere attivamente i detriti dall'orbita, mediante cattura utilizzando reti, arpioni o bracci robotici
- **Riutilizzare:** un capitolo da scrivere, al più presto

DETRITI E ROTTAMI SPAZIALI: AZIENDE E CENTRI DI RICERCA

- D-ORBIT S.p.A.
- Airbus S.A.S (Netherlands)
- Astroscale (Netherlands)
- Clear Space (Switzerland)
- Electro Optic Systems (Australia)
- Lockheed Martin Corporation (U.S.)
- Northrop Grumman Corporation (U.S.)
- Orbit Guardians (U.S.)
- Obruta (Canada)
- Share my space (France)
- Voyager Space Holdings Inc. (U.S.)
- Surrey Research Centre (UK)
<https://www.surrey.ac.uk/surrey-space-centre/missions/removedebris>
- Center for Orbital and Reentry Debris Studies (CORDS) <https://aerospace.org/cords>
- Center for Orbital Debris Education and Research (CODER) University of Maryland
<https://spac.umd.edu/news/story/university-of-maryland-establishes-orbital-debris-research-center>
- Università di Padova

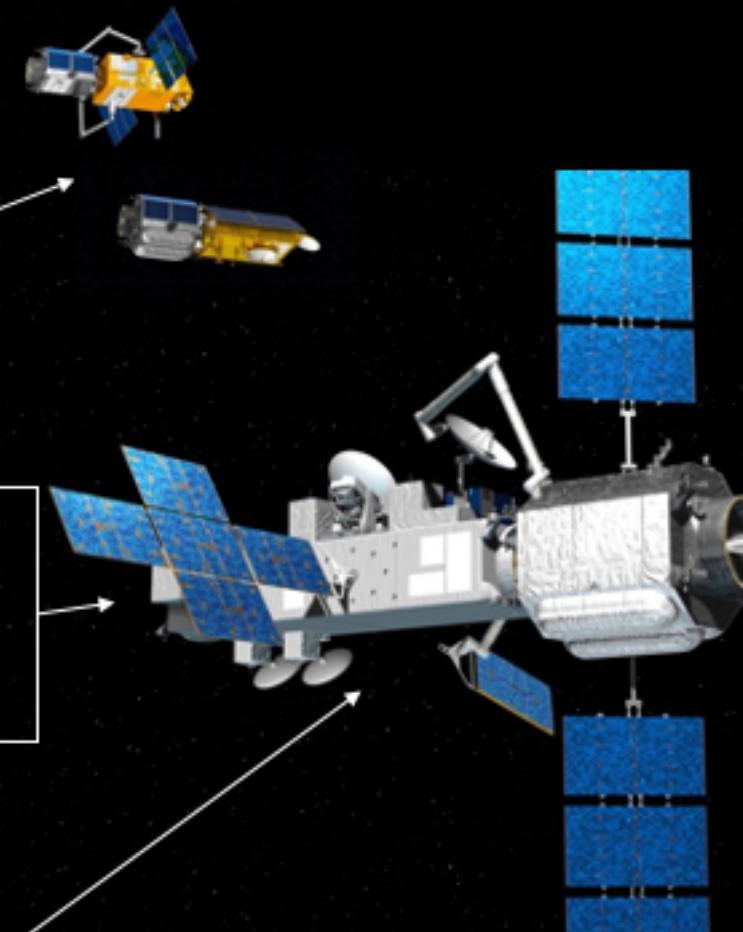
CENTRE, UK: REMOVE DEBRIS



- Piattaforma satellitare principale (100 kg), su SpaceX Falcon 9
- sulla ISS, poi dispiegata in orbita
- esperimenti di cattura di detriti spaziali:
 - Arpione
 - Rete
 - Vela di traino per il rientro in atmosfera
- cofinanziato dalla Commissione europea, Airbus, e altri
- Settimo programma quadro dell'Unione europea (FP7/2007-2013)
- Lanciata in aprile 2018
- Termine della missione: dicembre 2021
- Programma diretto da Guglielmo Aglietti

https://youtu.be/_QUhCLTfxfo

Transition to a Circular Economy in Space (2050)



Servicers

- Refuel
- Assemble
- Manufacture

Orbital Depots

- Space logistics
- Propellant tankers
- Warehouse

Upgradable platforms

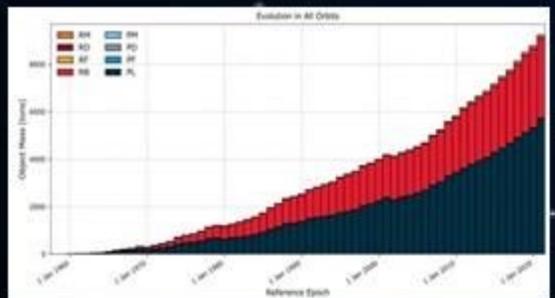
- Permanent Hosted LEO/GEO platforms
- Next generation platforms

Circular Economy: Ensuring long-term orbital sustainability through in-orbit servicing

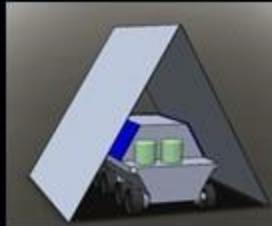


In order to prepare for a circular economy in space, system studies and analysis is required to understand the evolutionary need on space infrastructure

Concept



The “resource” space debris is growing exponentially. More than 9,000 tons already exists.



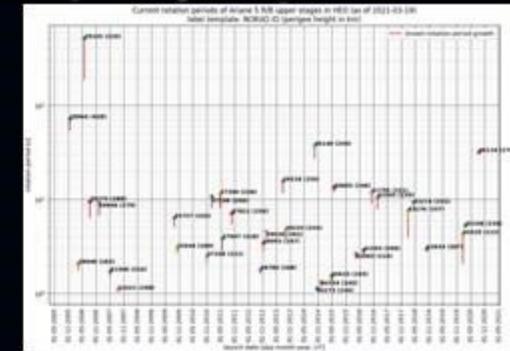
The lunar recycling Infrastructure can be launched & transported with European launcher (Ariane 6) & landers (EL3).



Dangerous objects must be removed.
Upper stages are most relevant with
roughly one explosion per year.



Upper stages are a great source of raw materials. The Ariane 5 ESC-A weighs 3,7t, with 2,2t of aluminium.

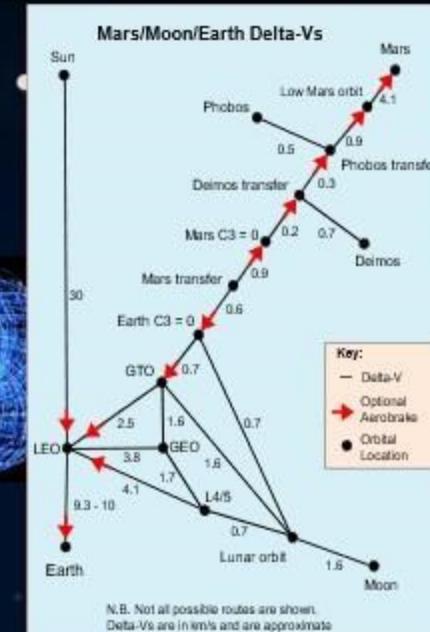


Lightcurve measurements identified upper stages with low rotation periods of >30sec. A natural deceleration was observed for all.



Lunar use cases:
Walls, Power Lines,
Heat Storage Systems

The upper stages are located in GTO. Roughly 75% of the Moon transfer energy (delta-v) is already paid.



The required technology is currently developed or can be derived from other missions, like ClearSpace-1.

DETRITI E ROTTAMI SPAZIALI: UN ENORME VALORE

- Parole d'ordine: riciclare, rimettere a nuovo, riprocessare, ridestinare e riutilizzare.
- In orbita ci sono molte tonnellate di materiali preziosi: metalli come leghe di alluminio e titanio, materiali compositi, ecc.
- potrebbero essere utilizzati per produrre e assemblare, direttamente in orbita, infrastrutture orbitali e lunari di nuova generazione
- il riciclaggio potrebbe essere utilizzato temporaneamente, prima della disponibilità dell'In-Situ-Resource-Utilization (ISRU), cioè dei materiali grezzi lunari ed asteroidei.
- Riprocessando i materiali in orbita si potrà anche produrre carburante per i veicoli di trasporto passeggeri e merci.
- I materiali in orbita hanno un vantaggio fondamentale: possiedono già un'elevata energia gravitazionale, che è stata trasferita loro durante il lancio.
- Ciò significa che tali materiali non devono essere trasferiti dalla superficie terrestre all'orbita (la maggior parte del prezzo per chilogrammo).

ORBIT RECYCLING, GERMANIA

- Oltre 8.000 tonnellate di detriti spaziali mettono in pericolo tutte le attività spaziali.
- Gli operatori satellitari pagano più di 14 milioni di euro all'anno per le manovre evasive e 1 miliardo di dollari in premi assicurativi.
- Il programma di Orbit Recycling:
- I detriti spaziali vengono trasportati dall'orbita alla Luna e lì riciclati.
- Solo dagli stadi superiori dell'Ariane 5 si possono recuperare più di 150 tonnellate di alluminio.
- Con esso si possono costruire ampie parti della stazione lunare, ad esempio pareti, linee elettriche o sistemi di accumulo del calore.
- Poiché i detriti vengono raccolti in orbita, per il trasporto sulla Luna sono sufficienti piccole unità di propulsione, che possono essere lanciate a costi contenuti con razzi europei.
- In questo modo si risparmiano oltre 50 miliardi di euro di costi di trasporto.

<https://www.gaussteam.com/esa-castelgauss-orbit-recycling/>

DETRITI E ROTTAMI SPAZIALI, RIUTILIZZO

- **ESA:**
 - obiettivo 2030: aggiungere zero detriti netti all'ambiente orbitale terrestre (neutralità)
 - primo passo: applicare, entro il 2030, i requisiti di mitigazione detriti agli oggetti in orbita terrestre bassa, con probabilità di smaltimento > 90% attualmente richiesto
 - secondo passo: promuovere l'"economia circolare" nello spazio
 - garantire la sostenibilità orbitale a lungo termine attraverso la manutenzione in orbita» = riciclare, ristrutturare, riallestire e riutilizzare entro il 2050
- **SPACE FORCE USA:**
 - obiettivo 3 anni: dimostrazione nello spazio delle tecnologie di rimozione dei detriti
 - esplorare in modo aggressivo queste capacità per poterle poi acquistare come servizio
 - collaborazione tra aziende, istituzioni accademiche e no-profit
- **NASA:**
 - Orbital Debris Program Office (ODPO)^(*): debris measurements, modeling, protection, mitigation, remediation, reentry
 - **Collaborazioni USA, per creare un mercato del riciclo spaziale:**
 - Space Force, con Department of Commerce (DOC)
 - Space Force/Space Systems Command con NASA Small Business Innovation Research e Small Business Technology Transfer (SBIR/STTR)
 - NOAA Office of Space Commerce con Space Force e NASA ODPO
 - **ACO RECYCLING, TURCHIA:**
 - Tecnologie di riciclo di rifiuti prodotti da habitat spaziali, mediante conversione in gas metano, idrogeno, CO2

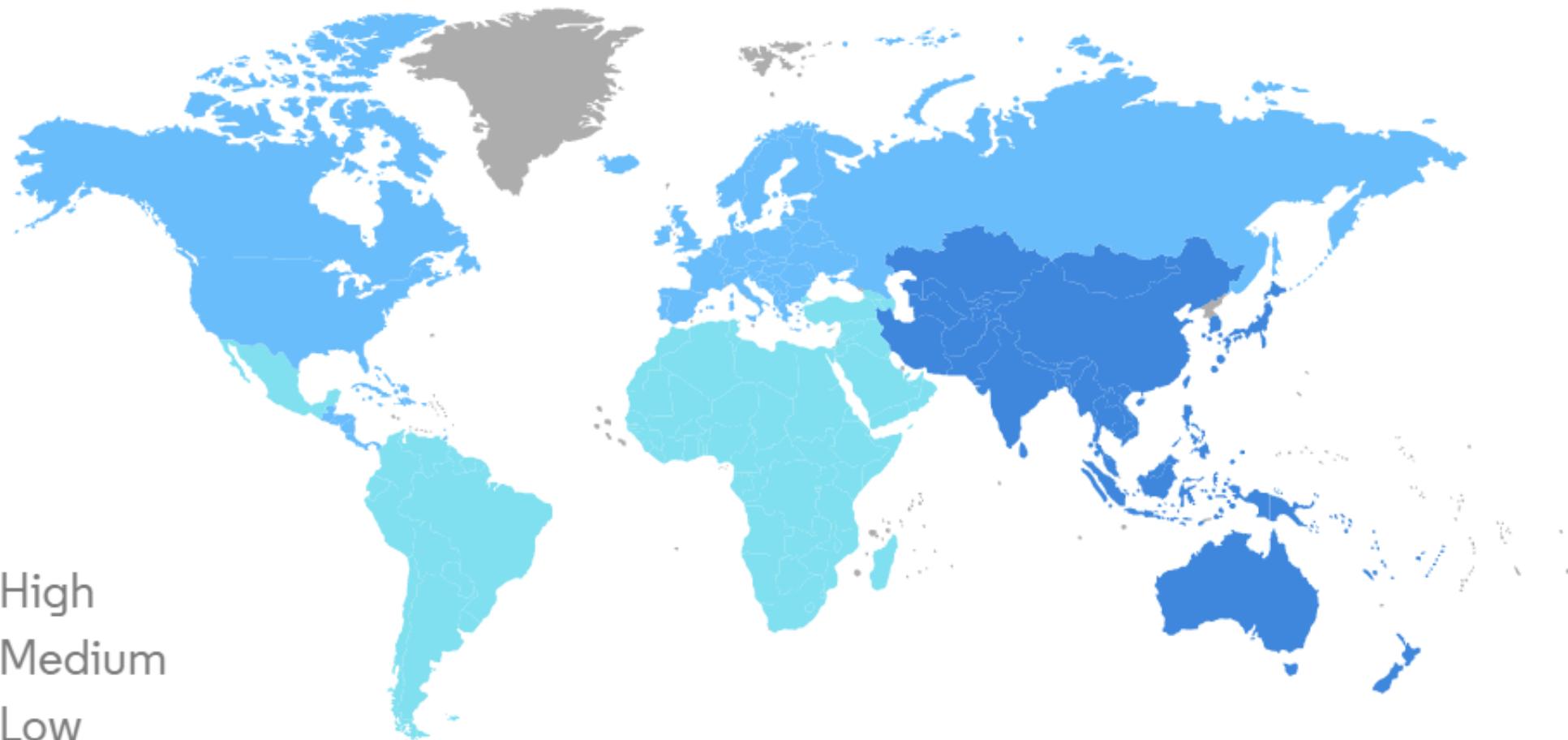
<https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/mitigation/>

<https://www.dayoneproject.org/ideas/taking-out-the-space-trash-creating-an-advanced-market-commitment-for-recycling-and-removing-large-scale-space-debris/>



ATTIVITÀ MINERARIE SUGLI ASTEROIDI

Space Mining Market - Growth Rate by Region (2022 - 2036)



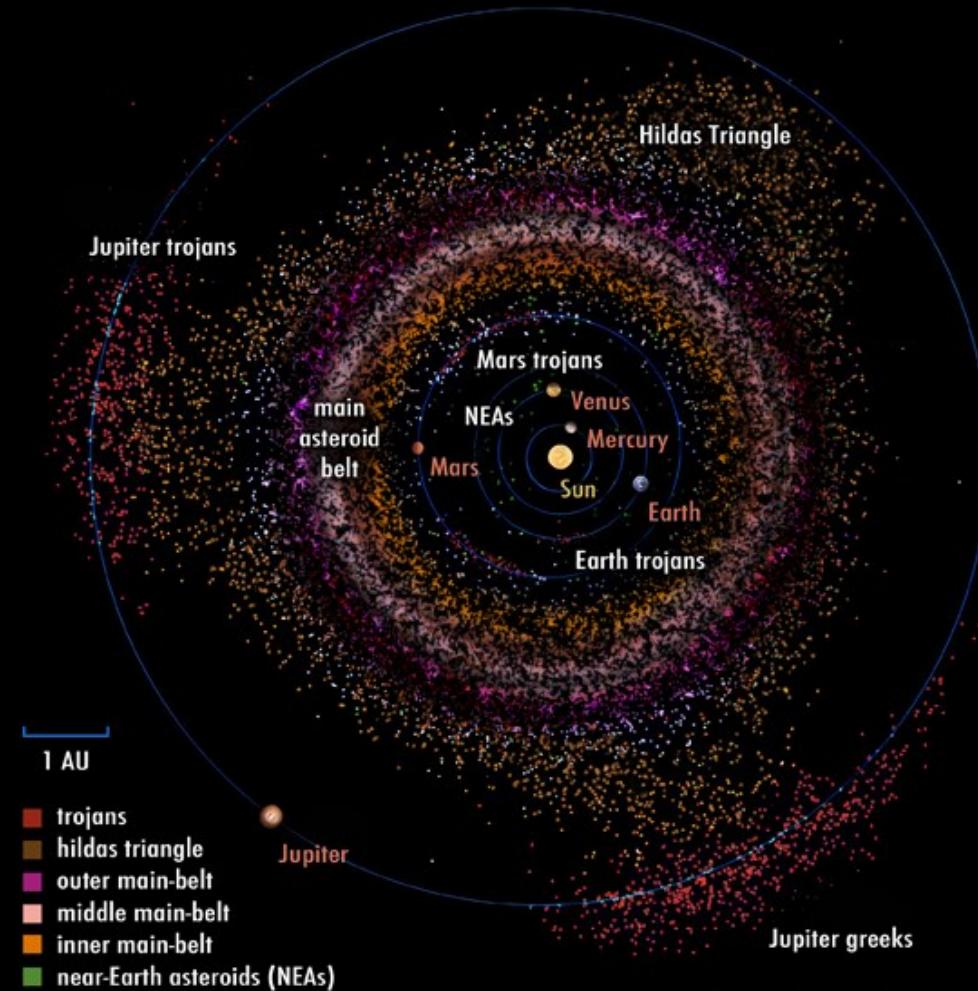
Source: Mordor Intelligence

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/space-mining-market-industry>



ASTEROID MINING: AZIENDE E PROGETTI

- **Trans Astronautica Corporation**, USA, <https://transastracom/>
 - Optical Mining™ tecnologia per estrazione materie prime propellenti da asteroidi: acqua e altri materiali per propulsione spaziale
 - Honey Bees, sistema di veicoli-laboratorio per la raccolta e processo di produzione di propellenti nello spazio
- **AsteroidMiningCorporation**, UK, <https://asteroidminingcorporation.co.uk/>
 - Asteroid Prospecting Satellite I (APS-1), 2025, osservazione e analisi migliaia di NEA, Space Resources Database
 - Asteroid Prospecting Satellite II (APS-2), esplorazione ravvicinata asteroidi selezionati
 - Asteroid Exploration Probe I (AEP-1), atterraggio, campionamento, asteroidi selezionati
 - Asteroid Mining Probe I (AMP-1), estrazione di 20 t di titanio da steroidi selezionati
- **AstroForge**, ha ricevuto un investimento di \$13M, per estrarre materiali da un asteroide e portarli a Terra; missioni, in partnership con OrbAstro:
 - Aprile 2023 su Falcon 9, validazione tecnologie di estrazione e processo di materiali a gravità zero
 - Ottobre 2023, in partnership con Intuitive Machines a Dawn Aerospace, volo circumlunare con Space X, per osservare l'astroide scelto
- **NASA, Project RAMA**, Reconstituting Asteroids into Mechanical Automata, additive manufacturing (AM), in-situ resource utilization (ISRU) in-situ manufacturing (ISM).



ATTIVITÀ MINERARIE SULLA LUNA



MOON MINING: I MATERIALI

- **Ossigeno**, estratto dalla regolite lunare
- **Acqua**, ghiaccio ai poli
- **Idrogeno**, presente in alte concentrazioni ai poli
- **Metalli**: ferro, titanio, alluminio, silicio, calcio, magnesio
- **Terre rare**
- **Helium-3**, su tutta la superficie lunare
- **Carbone e azoto**, estratti dalla regolite lunare
- **Regolite**, per costruzione



LUNA: AZIENDE E PROGETTI COMMERCIALI

- **ispace**, Giappone, Lussemburgo, USA, <https://ispace-inc.com/>
 - M1 Lunar landing, gennaio 2023
 - HAKUTO-R, missione 1: informazioni ambientali, dimostrazione tecnologie robotiche, scienze della vita, entertainment
- **Moon Express**, USA, <https://moonexpress.com/>
 - Lunar Scout
 - Lunar Outpost
 - Harvest Moon
- **Lunar Outpost of Golden**, USA Colorado <https://lunaroutpost.com/>
 - prima rete LTE/4G sulla superficie lunare, partner NOKIA, Intuitive Machines
- **Masten Space Systems**, USA California
 - NITE System, Sistema di regolazione termica per lander e rover lunari
 - Rocket Mining System, Sistema di estrazione acqua dal ghiaccio lunare
 - PNT Network, rete lunare di posizionamento, navigazione, timing
 - Fast Landing Pads, tecnologia spray, crea una patina ceramica solida sulla regolite lunare, per allunaggio stabile e scevro di polvere

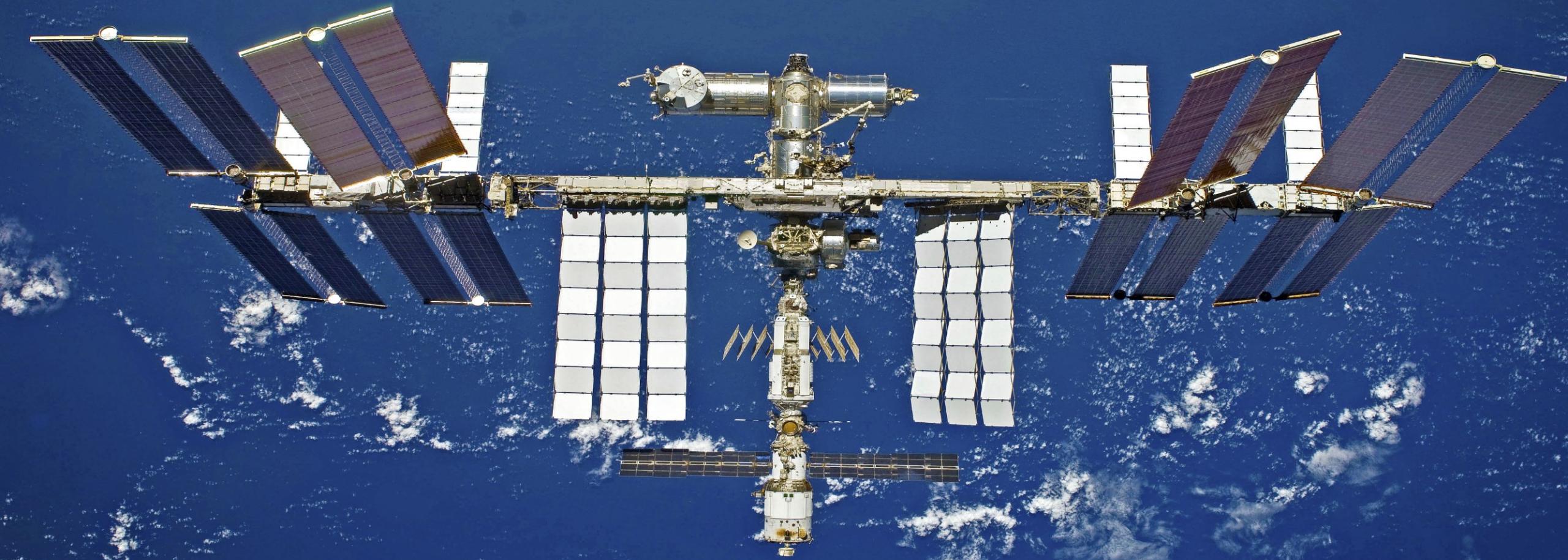


HABITAT ORBITALI, LUNARI, CISLUNARI

LE STAZIONI SPAZIALI OGGI IN ORBITA

nome	entità	equipaggio	launcio	massa	volume pressurizzato	volume abitabile
International Space Station	<ul style="list-style-type: none"> • NASA • Roscosmos • ESA • CSA • JAXA 	7-10	Nov 1998	419.725 kg	1.005 m ³	388 m ³
Tiangong Space Station	<ul style="list-style-type: none"> • CMSA 	3–6	Apr 2021	96.000 kg	320 m ³	132 m ³

LA INTERNATIONAL SPACE STATION



LA TIANGONG SPACE STATION





I partner:

- AXIOM SPACE (USA)
- Thales Alenia Space (Torino)
- NASA

Il lancio della prima sezione:

- previsto per il 2025

La posizione:

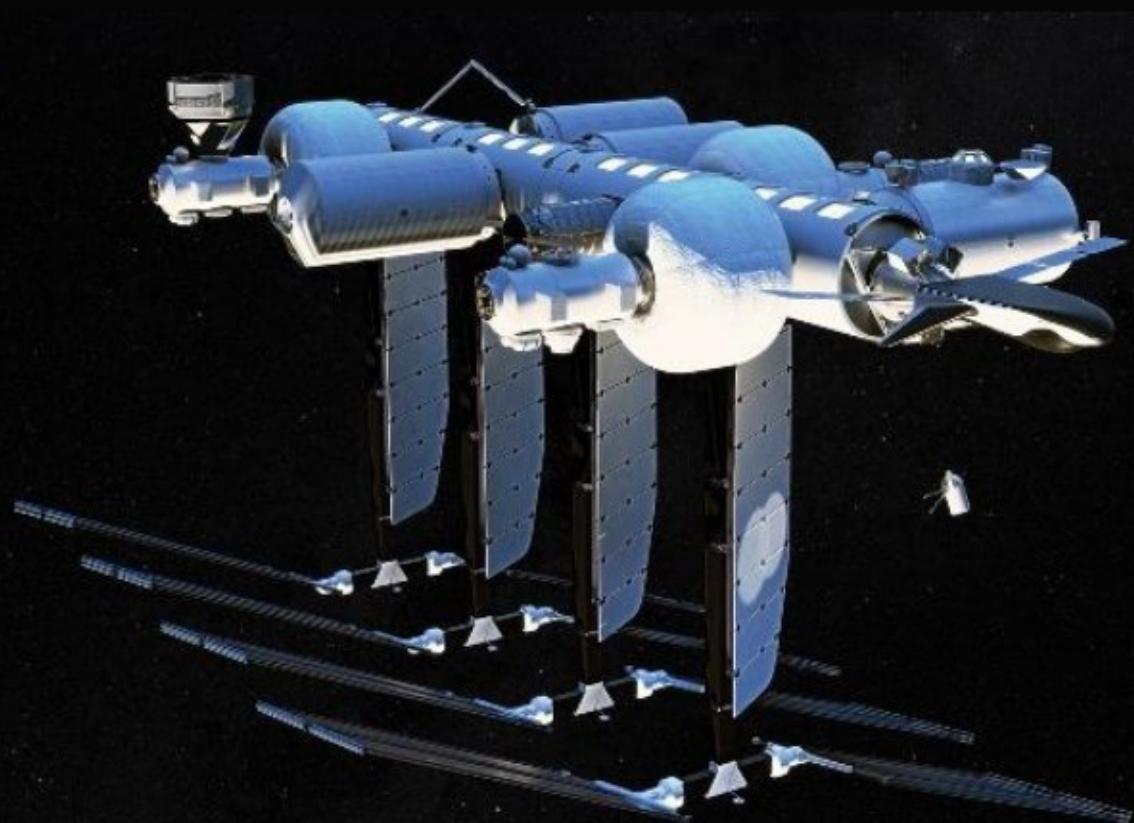
- in orbita bassa (LEO)
- La Stazione Spaziale Axiom ospiterà persone, ricerca e produzione,
- per lo sviluppo di numerose industrie,
- utilizzando tecniche disponibili solo in microgravità.

AXIOM SPACE – LA PRIMA STAZIONE ORBITALE COMMERCIALE





ORBITAL REEF



I partner:

- **SIERRA SPACE (USA)**
 - Large Integrated Flexible Environment modules
 - DreamChaser spaceplane
- **BLUE ORIGIN (USA)**
 - Vehicle utility core systems
 - Large diameter modules
 - Heavy-lift New Glenn launch system (reusable)

Operatività:

- **Prima del 2030**

La posizione:

- **in orbita bassa (LEO)**

Missione e business:

- fornire accesso allo spazio per tutti
- ricerca, sviluppo tecnologico, manufacturing
- media e pubblicità
- residenza orbitale
- trasporto e logistica
- affitto spazi
- sviluppo sistemi hardware
- operazioni e servizi robotici e con equipaggio
- Reef Starter incubator
- completamente scalabile secondo la richiesta di mercato

PRODUZIONE MANIFATTURIERA ORBITALE, LUNARE, CISLUNARE

IN SPACE MANUFACTURING (in sviluppo)

azienda	tecnologie	prodotti
<u>Blueshift (Outward Technologies) (USA)</u>	Additive Manufacturing	Componenti prodotti mediante 3D printing, usando energia solare e regolite
<u>Cedars-Sinai (USA)</u>	Biotech	Produzione di cellule staminali sulla ISS
<u>Ecoatoms (USA)</u>	Biotech	Progettazione e sviluppo di habitat per la produzione di prodotti biomedicali.
<u>Greiner Bio-One (USA)</u>	Biotech	Culture cellulari 3D in ambiente di microgravità.
<u>MoonFibre (Germania)</u>	Space Construction Company	Produzione di materiali basati su fibre da regolite lunare, direttamente sulla Luna.
<u>Nortis (USA)</u>	Biotech	Produzione di tessuti organici umani all'interno di dispositivi microfluidici detti chips.
<u>Cislune (USA)</u>	Space Construction Company	Sciame di rover ed escavatori per costruire superfici lunari durevoli con regolite selezionata e compattata
<u>Orbital Composites (USA)</u>	Space Construction Company	Produzione additiva di compositi elettronici per la produzione in orbita di strutture spaziali di grandi dimensioni, precise e resistenti come array solari, antenne RF e ottiche segmentate.
<u>Space Foundry (USA)</u>	Additive Manufacturing	apparecchiature per stampa di conduttori e dielettrici. Stampanti autonome, testine di stampa OEM integrabili in altri strumenti di produzione additiva e bracci robotici.
<u>TGV Rockets (USA)</u>	Additive Manufacturing	Testa di saldatura a Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM) per riparazione di strutture danneggiate o per costruzione di strutture. Stampa 3D di metalli e combinazioni di metalli nello spazio con energia, pressione e temperature basse.

REV 1: FABBRICHE ORBITALI

- Thales Alenia Space (Torino) svilupperà un veicolo spaziale autonomo e riutilizzabile,
- una fabbrica spaziale per vari settori.
- Il committente: Space Cargo Unlimited (Lussemburgo).



Possibili mercati interessati:

- biotecnologia
- prodotti farmaceutici
- Sviluppo di nuovi materiali dallo spazio.
- esperimenti agricoli: coltivazione della vite e maturazione del vino in microgravità.

AXIOM: PRODUZIONE MANIFATTURIERA NELLO SPAZIO

Vantaggi della microgravità:

- **assenza di sedimentazione** >> facilità di combinare qualsiasi numero di sostanze impossibili da combinare sulla Terra
- **assenza di forze di galleggiamento** >> zero correnti di convezione, zero movimento dei fluidi indotto dalla gravità a causa di gradienti di temperatura e differenze di densità
- **levitazione dei materiali** >> zero contenitori >> ambiente ultrapuro e privo di contaminanti per produzione e studio di materiali allo stato fuso
- **direzionalità** - non ci sono "su" o "giù"
- **pressione idrostatica** – zero gradienti di pressione idrostatica >> forze secondarie (diffusione e tensione superficiale) possono prevalere
- **tensione superficiale** - le forze deboli come la tensione superficiale possono governare il comportamento dei fluidi in un ambiente senza peso
- **sforzo di taglio** – ridotto potenziale di contatto superficiale con il contenitore del fluido >> zero sollecitazioni di taglio (sollecitazioni tangenziali per reazione sulle pareti del contenitore)
- **cristallizzazione delle proteine nello spazio** - cristalli di proteine più grandi e con meno difetti >> cristalli di qualità superiore per diffrazione



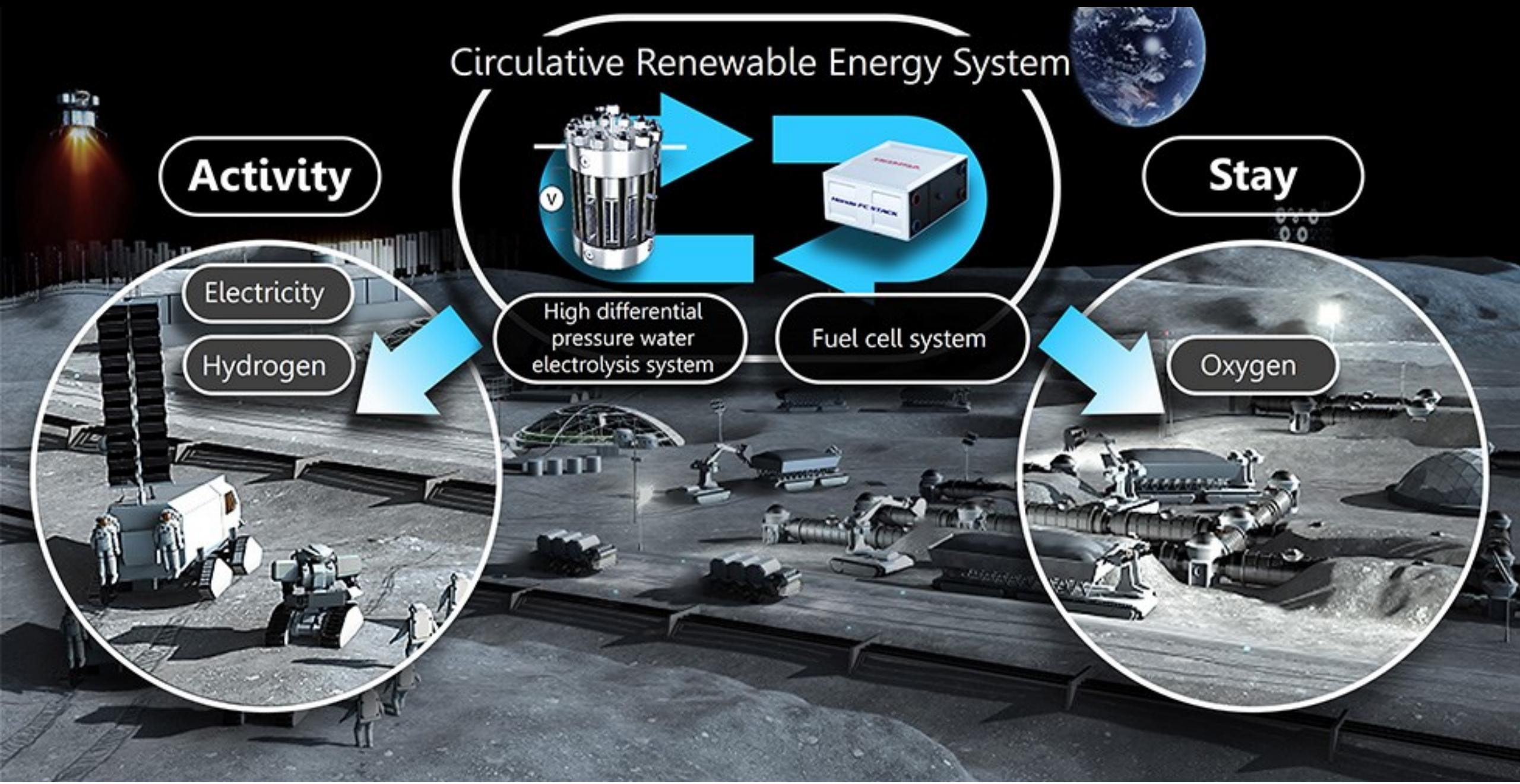
Applicazioni:

- fibre ottiche
- leghe e superleghe
- impianti medici (es. retina)
- stampa 3D biologica

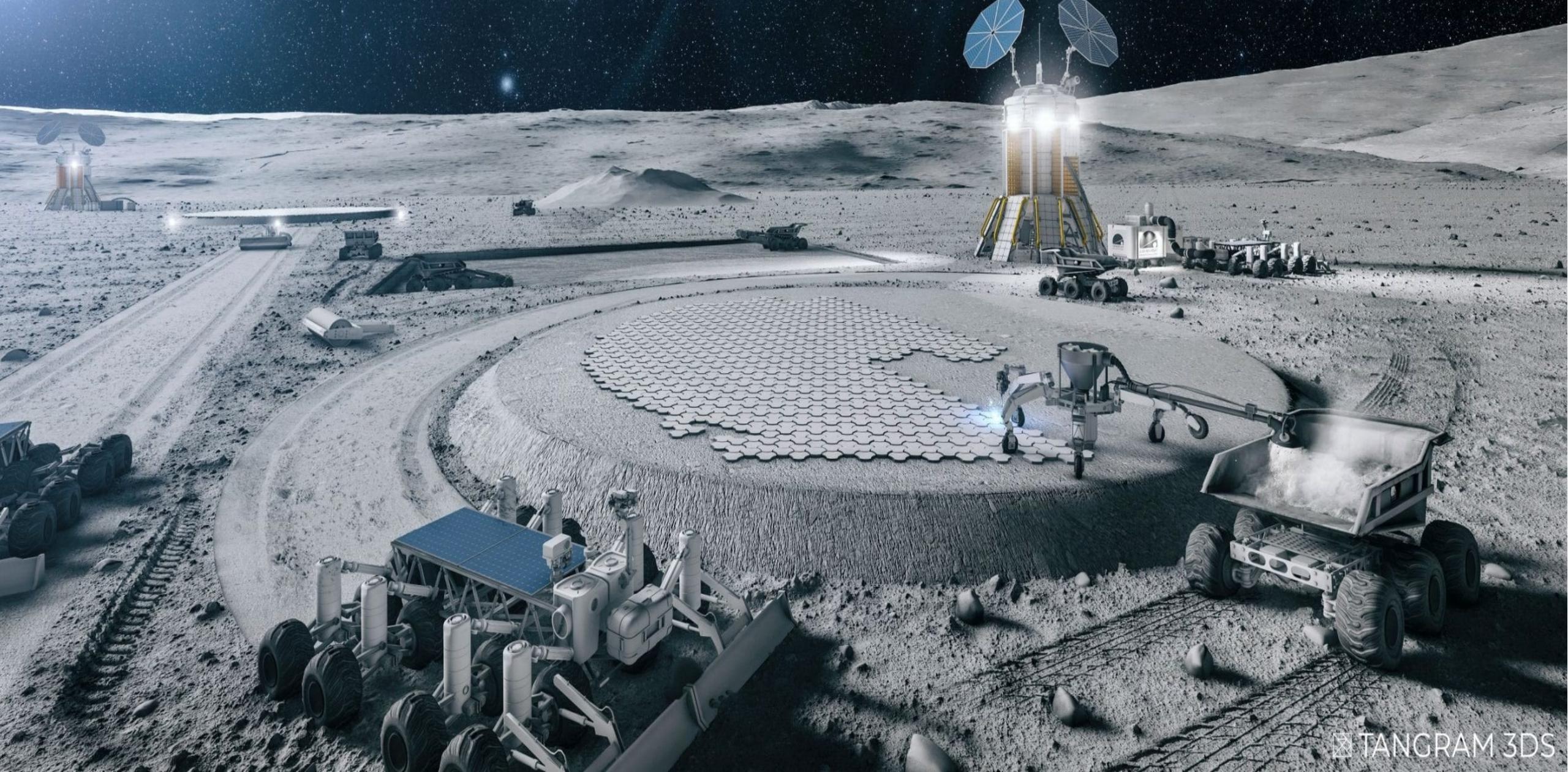
PRODUZIONE LUNARE

<u>Lunar Outpost</u> (USA)	Propellente	Sistema per scavare regolite lunare ghiacciata e fornire acqua e ossigeno per produzione di propellente
<u>Ethos Space</u> (USA)	Propellente	Mappare dettagliatamente il ghiaccio lunare. Estrarlo per produrre carburante per razzi. Vendere il carburante in orbita. Espandere la produzione lunare a metalli e polveri.
<u>OxEon Energy</u> (USA)	ISRU (In Situ Resource Utilization)	Tecnologia elettrolitica di trattamento ghiaccio, separazione idrogeno e ossigeno, produzione carburante per il trasporto cislunare.
<u>Honda Motor Co</u> (Giappone)	ISRU (In Situ Resource Utilization)	Sistema di energia elettrica rinnovabile circolare, per alimentare i veicoli di superficie e supportare la vita delle persone all'interno dei veicoli.
<u>Space Industries</u> (Australia)	Materia prime	Lunar Resource Extraction Vehicle (LREV), produzione Elio-3, Idrogeno e Ossigeno (acqua) Stampante 3D aerospaziale GIANT.
<u>Astroport Space Technologies</u> (USA)	Space Construction Company	Utilizzo della regolite lunare per produrre mattoni e materiali per la stampa 3D di infrastrutture lunari, strade, habitat e piattaforme di atterraggio. Trattamento e raffinazione regolite, 3D printing e piazzamento, preparazione geotecnica di siti
<u>Motiv Space Systems</u> (USA)	Space Robotics	Sistema a braccio robotico modulare
<u>Paragon Space Development Corporation</u> (Final Frontier Design) (USA)	Tute e indumenti spaziali	Tuta spaziale lunare xEMU per missione Artemis. Purificazione dell'acqua derivata da risorse in situ e produzione di idrogeno e ossigeno (IHOP)
<u>Spartan Space</u> (France)	Surface Habitats	EUROHAB, habitat lunare. Orbital EUROHAB (O-HAB) in partnership con LIQUIFER Systems Group GmbH, concetto di habitat LEO gonfiabile. Stazione orbitale europea autonoma, A-LOOP di Airbus e l'O-HAB servita da infrastrutture europee.
<u>Quantum Space</u> (USA)	Servizi di Trasporto (LEO-Moon)	QS-1 le superautostrade per la luna: prodotti di dati sulla situational awareness. Metodi avanzati di navigazione cislunare.

HONDA – SISTEMA DI ENERGIA RINNOVABILE CIRCOLARE



ASTROPORT



ASSEMBLAGGIO, TRASPORTO E MANUTENZIONE SATELLITI

On-orbit Servicing, Assembly, and Manufacturing (OSAM)



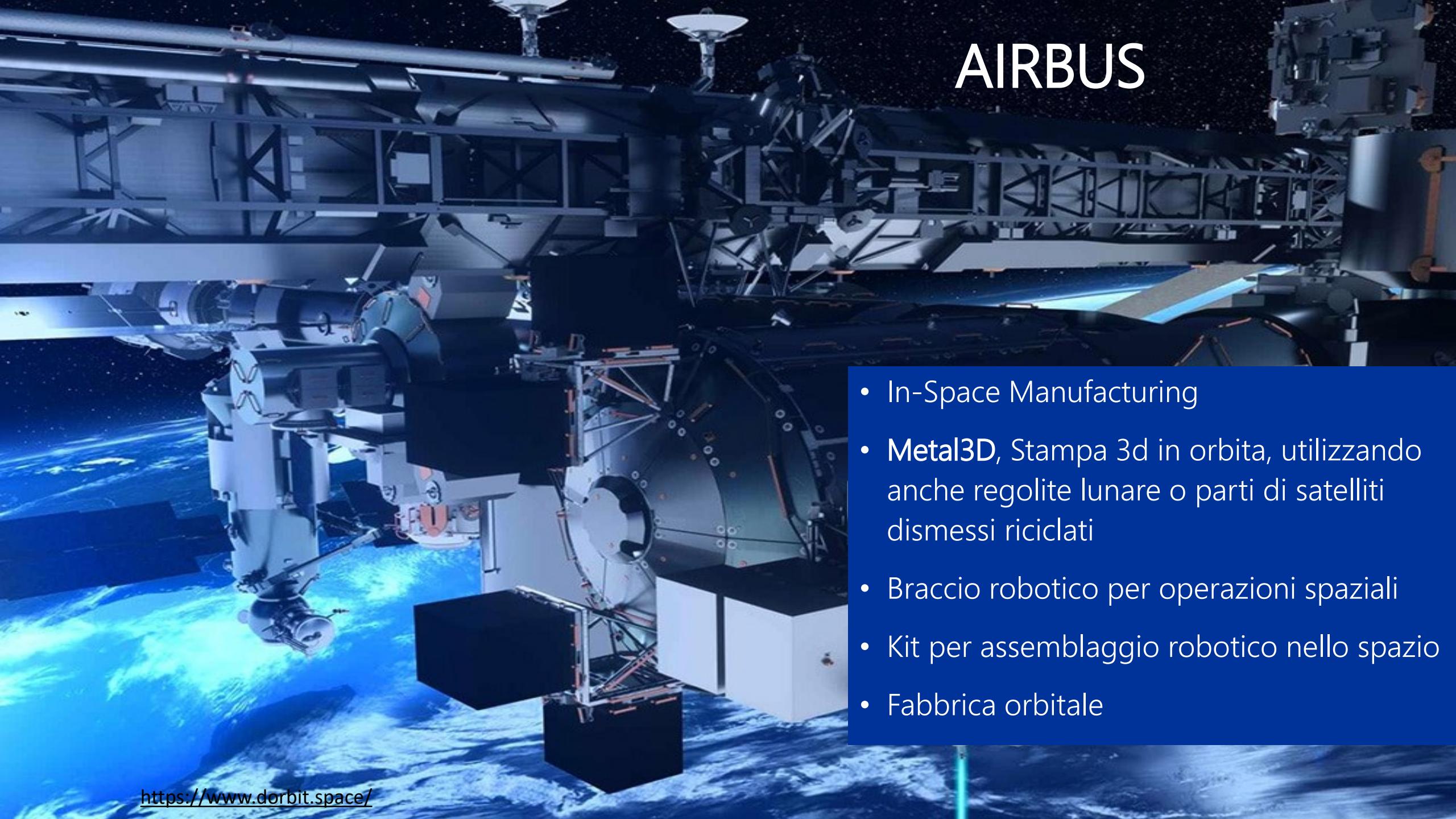
D-ORBIT S.p.A.

- Logistica spaziale e trasporto orbitale
- ION Satellite Carrier - Lancio e dislocazione dei piccoli satelliti fino all'orbita scelta
- Infrastruttura di servizio orbitale - per integrazione e test dei sistemi ospitati

SPACE LOGISTICS AND
ORBITAL TRANSPORTATION
SERVICES

<https://www.dorbit.space/>

- **Trasporto** di satelliti, infrastrutture, beni, forniture, materie prime
- **Estensione della vita operativa** di satelliti mediante moduli aggiunti che provvedono alla propulsione e controllo d'assetto
- **Assemblaggio** di veicoli spaziali ed infrastrutture in orbita
- **Ristrutturazione in orbita** dei veicoli esistenti, aggiornando e sostituendo i componenti obsoleti e malfunzionanti
- **Produzione in orbita** di parti di veicoli spaziali a partire da materie prime e componenti di base provenienti dalla Terra e/o dal riciclaggio in orbita
- **Decommissioning** di satelliti, al termine della vita operativa

A large satellite or space station structure in orbit around Earth. The structure is complex, with multiple modules, solar panels, and antennae. The Earth's blue and white cloud-covered surface is visible in the background.

AIRBUS

- In-Space Manufacturing
- **Metal3D**, Stampa 3d in orbita, utilizzando anche regolite lunare o parti di satelliti dismessi riciclati
- Braccio robotico per operazioni spaziali
- Kit per assemblaggio robotico nello spazio
- Fabbrica orbitale

CIBO E BIOPRODOTTI SPAZIALI

Dimostrati

<u>Argotec</u> (Italia)	<u>ISSpresso</u> - macchina per espresso a capsule creata per Lavazza, in partnership con ASI; test: Samantha Cristoforetti 2015, Paolo Nespoli 2017
<u>Nature's Fynd</u> (USA)	Coltivazione di funghi proteici nello spazio Bioreattori per coltivazione di funghi sulla ISS <u>Test previsto con Space X sulla ISS nel 2025</u>

In corso di sviluppo

<u>Aleph Farms</u> (USA)	Carne cresciuta con processi naturali, simili a quelli animali
<u>Redwire Made in Space</u> (USA)	3D BioFabrication Facility (BFF), Redwire ADvanced Space Experiment Processor (ADSEP), produzione di biotessuti mediante 3d printing in microgravità
<u>Blue Horizon</u> (Luxemburg)	Selezione e coltivazione di microorganismi - batteri, microalghe, funghi, licheni e loro combinazioni, per terraformazione sulla Terra e altri pianeti. Creazione di croste biologiche del suolo (BSC), base per terreni coltivabili e foreste - irrorazione di biomatrici su terreni abbandonati.
<u>Space V</u> (Italia)	Progettazione di serre per orticoltura su habitat spaziali e superfici planetarie

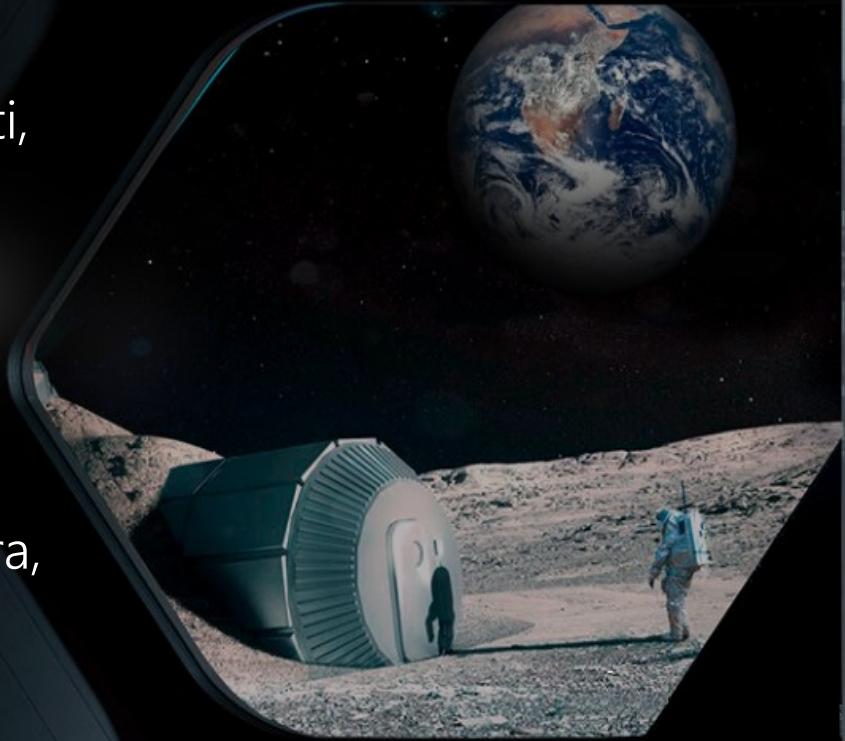
CIBO E BIOPRODOTTI SPAZIALI (2)

Primo stadio di sviluppo

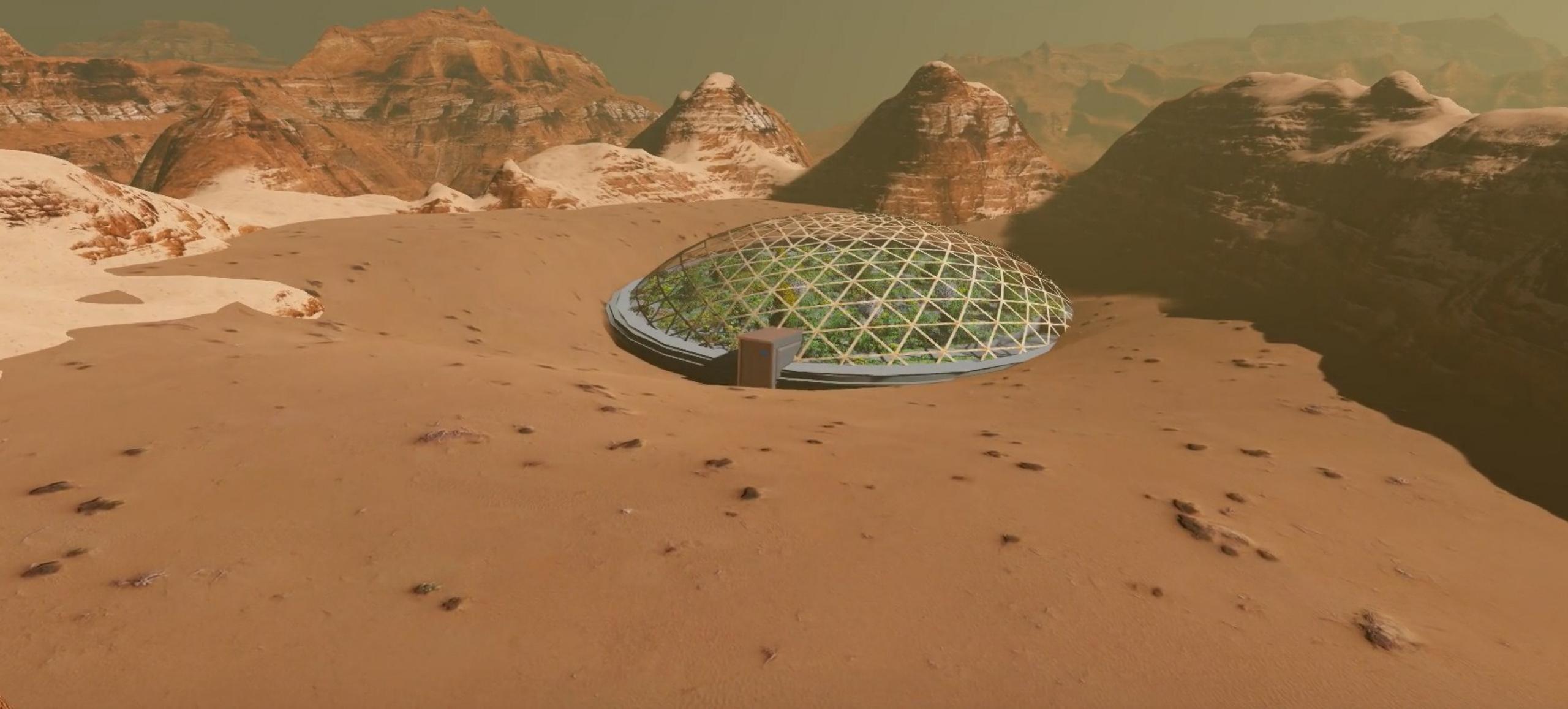
<u>PeaPod Technologies</u> (Canada)	PeaPod - tecnologie agricole ricerca e produzione alimentare. Ambiente di crescita automatizzato open-source, simulante qualsiasi ambiente per crescere qualsiasi pianta. CloudPonics - configurazione e monitoraggio a distanza.
<u>Deep Space Ecology</u> (USA)	Sistemi agroecologici robusti e autosufficienti per il sistema solare. FAARM - Laboratorio modulare di ricerca astro-agronomica funzionale, replica ambiente Terrestre in microgravità. LUNAR FOOD SYSTEM – In assenza di cicli giorno/notte e di atmosfera, temperature estreme, radiazioni elevate. MARS EPOCH X1, X2, X3 – concetto per un sistema agro-ecologico quasi chiuso.
<u>Orbital Farm</u> (Canada)	Sistemi di coltivazione indipendenti dal clima Frutti di mare, proteine vegane, prodotti per alimentazione animale e ittica, agricoltura cellulare
<u>Red Planet Farms</u> (UK)	Coltivazione verticale – idroponica e led

SPACE V

- Serre auto-adattanti, per assecondare la crescita sui diversi ripiani
- Sistema di micro-condizionamento separato per ogni ripiano (temperatura, umidità)
- Cattura della CO2 prodotta dall'equipaggio e restituzione dell'ossigeno prodotto dalle piante



SERRA MARZIANA (DEEP SPACE ECOLOGY)



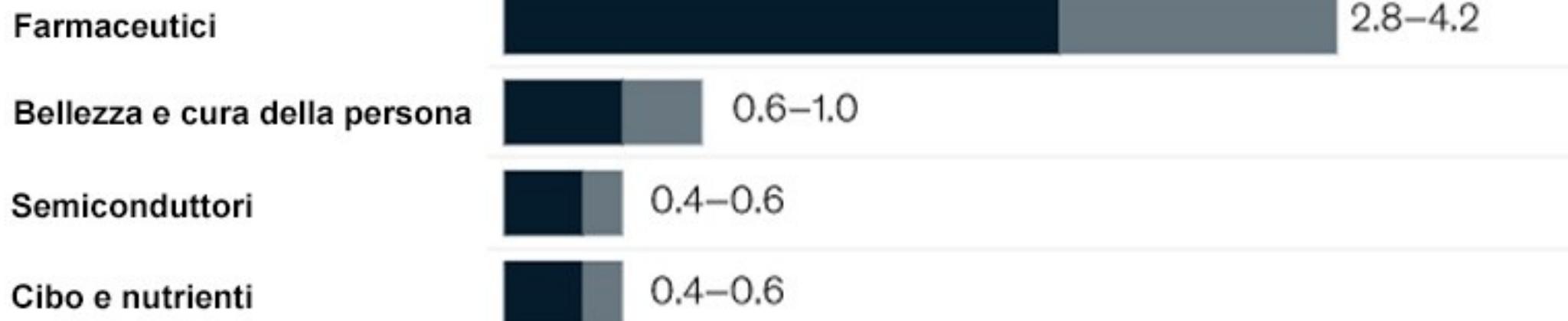
PRODOTTI DA BASSA O MICRO GRAVITÀ



PRINCIPALI PRODOTTI DA BASSA O ZERO GRAVITÀ

Crescita del fatturato di alcune industrie, derivata dalla collaborazione con aziende spaziali

Fatturato annuo, a regime, \$ mld



PRODOTTI DA BASSA O MICRO GRAVITÀ

Prodotti farmaceutici – valore globale 360 \$ mld

- Obiettivi: incrementare i rendimenti dell'innovazione, migliorare i tassi di successo dei composti in fase di sviluppo, ridurre le tempistiche di sviluppo dei prodotti.
- Colture cellulari per la previsione di modelli di malattie.
- Organoidi: versioni miniaturizzate e semplificate degli organi, modelli 3D per valutare le malattie.
- Ricerca diretta sui farmaci, ad esempio oncologici.
- Produzione di retine nello spazio

Bellezza e cura della persona, cura della pelle – valore globale 208 \$ mld

- prodotti premium per la cura della pelle, ha un tasso di crescita annuale composto (CAGR) stimato del 13% fino al 2024 (rispetto al 3% dei prodotti di massa).
- L'ambiente spaziale, a causa degli alti livelli di radiazioni, accelera l'invecchiamento della pelle. Quindi particolarmente adatto per testare l'efficacia di nuovi prodotti.
- Ingredienti attivi - vitamine, retinolo e altre sostanze utili per la cura della pelle.
- Microgravità riduce il tasso di sedimentazione e l'impatto della galleggiabilità, rendendo più facile la combinazione di diverse sostanze, comprese quelle contenute negli estratti di lievito.
- Lieviti coltivati nello spazio hanno un tasso di crescita e una produzione metabolica più elevati.

Cibo e nutrienti – valore globale 10 \$ trilioni

- nutraceutici - 17 \$ mld entro il 2025.
- Probiotici, ricerca e produzione - alimenti contenenti batteri vivi e lieviti con effetti benefici sulla salute e sistema immunitario.

Semiconduttori – valore globale 725 \$ mld entro il 2025

- Di cui 90 \$ mld per la ricerca
- Ridurre il numero di difetti indotti dalla gravità e da contaminanti
- aumentare la produzione.
- creazione di strutture di semiconduttori più piccole
- benefici ambientali, la produzione terrestre richiede elevate quantità di energia.



PROTEZIONE DELLA VITA E DELLA
SALUTE NELLO SPAZIO

SUPERNova

PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI: RICERCA

- **Johnson's Space Radiation Analysis Group⁽¹⁾** (Johnson Space Center NASA, Houston), monitoraggio delle condizioni meteorologiche dello spazio: flusso delle radiazioni spaziali.
- **Progetto SR2S⁽²⁾** (UE), sviluppa una schermatura magnetica, basata su superconduttori, per deviare i raggi cosmici, 2015. Coordinato dal Prof. Roberto Battiston, a cui ha partecipato la dr.ssa Luigina Feretti dell'INAF di Bologna.
- **ESA Space Weather Office⁽³⁾** fornisce informazioni tempestive e accurate per consentire la mitigazione degli impatti negativi del clima spaziale.
 - Missione Lagrange CDR in L5, monitorizza l'attività solare, operativo dal 2024
- **UW-Madison⁽⁴⁾** Università del Wisconsin, studio per un campo magnetico capace di deviare le radiazioni nocive durante un viaggio verso Marte o su basi cislunari.
- **Un team dell'Università di Leoben⁽⁵⁾** (Austria) ha scoperto una nuova lega di alluminio che riesce a schermare le radiazioni cento volte meglio delle leghe metalliche usate finora.
- **AstroRad⁽⁶⁾** (Stemrad, Israele) tuta antiradiazioni cosmiche. Multistrato materiali non metallici a protezione degli organi vitali, in particolare del torso. Il primo test nello spazio si è svolto nel 2022, nella missione EM-1, su un manichino a bordo della capsula Orion.

(1) <https://srag.jsc.nasa.gov/>

(2) <https://cordis.europa.eu/article/id/166027-shields-up-for-a-manned-mission-to-mars>

(3) https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Weather_Office

(4) <https://news.wisc.edu/scientists-undergraduates-team-up-to-protect-astronauts-from-radiation/>

(5) <https://www.focus.it/scienza/spazio/materiale-che- protegge-astronauti-dai-radiazioni-cosmiche>

DIFESA PLANETARIA

- **SPACEGUARD UK** – osservatorio, principale fonte di informazioni sugli oggetti vicini alla Terra in UK, nato nel 2001⁽¹⁾
- **HERA** - missione ESA di difesa planetaria⁽²⁾ in sviluppo. Lancio ottobre 2024. Obiettivi: studiare l'asteroide binario Didymos, misurare il risultato del test dell'impatto della missione DART della NASA. Informazioni per future missioni di deviazione degli asteroidi.
- **DART** - Il Double Asteroid Redirection Test⁽³⁾, NASA Lanciato a novembre 2021, il DART si è schiantato intenzionalmente contro un asteroide il 26 settembre 2022.
- **PDCO** - Planetary Defense Coordination Office⁽⁴⁾, NASA, individuazione precoce di oggetti potenzialmente pericolosi (PHO); traccia e caratterizza i PHO; strategie e tecnologie per mitigare gli impatti dei PHO; strategie di risposta a minaccie di impatto reale.
- **CINA** - Missione di prova per la deflessione e l'osservazione di un asteroide⁽⁵⁾; bersaglio l'oggetto NEO 202 PN1; lancio nel 2025 su Lunga Marcia 5

- **PDO** - Ufficio per la difesa planetaria⁽⁶⁾, ESA, tracciare la posizione attuale e futura degli oggetti vicini alla Terra; stimare la probabilità di impatto con la Terra; valutare le conseguenze di un eventuale impatto; informare e sviluppare metodi per deviare eventuali asteroidi a rischio.
- **CNEOS** – Centre for Near Earth Objects⁽⁷⁾, NASA; Sentry sistema automatizzato di monitoraggio delle collisioni verifica la possibilità di futuri impatti con la Terra nei prossimi 100 anni.
- **IAWN** – International Asteroid Warning Network⁽⁸⁾, ONU, dal 2013; rete internazionale di organizzazioni per individuazione, tracciamento e caratterizzazione dei NEO: Europa, Asia, Sud e Nord America.
- **MPC** - Minor Planet Center⁽⁹⁾, NASA, posizione di pianeti minori, comete e satelliti naturali irregolari esterni dei pianeti maggiori; identificazione, calcolo delle orbite di tutti questi oggetti; mantenimento degli archivi principali; presso Smithsonian Astrophysical Observatory, sotto gli auspici dell'Unione Astronomica Internazionale (IAU).

(1) <https://spaceguardcentre.com/>

(2) <https://www.heramission.space/>

(3) <https://www.nasa.gov/specials/pdco/index.html#dart>

(4) <https://www.nasa.gov/planetarydefense/overview>

(5) <https://www.space.com/china-asteroid-impact-mission-two-spacecraft>

(6) https://www.esa.int/Space_Safety/About_asteroids_and_Planetary_Defence

(7) <https://cneos.jpl.nasa.gov/sentry/>

(8) <https://iawn.net/about.shtml>

(9) <https://www.minorplanetcenter.net/>

VEICOLI IPERSONICI



- Supersonico progettato con la NASA
- Costruito da Virgin Galactic e Rolls Royce
- Da 9 a 19 posti passeggeri
- Velocità di crociera > Mach 3 = 3.700 km/h
- Quota di crociera > 18.000 metri
- Londra – NewYork in ca. 2 h (Concorde ca. 3 h)
- Prezzo del biglietto: 5.000 \$
- Stato attuale: certificazione Federal Aviation Administration

VIRGIN GALACTIC & ROLLS ROYCE

- Supersonico prodotto da Boom Supersonic (USA)
- Da 65⁺ a 80 posti passeggeri
- Velocità di crociera > Mach 1,7 = 2.083 km/h
- Quota di crociera > 18.000 metri
- Distanza massima ca. 7900 Km
- Londra – NewYork in ca. 3 h
- Zero emissioni CO2
- Zero boom supersonico (volo supersonico solo sull'oceano)
- Prezzo del biglietto: 5.000 \$
- Operativo nel 2029



BOOM OUVERTURE

- Supersonico prodotto da Lockheed Martin e NASA (USA)
- 1 pilota
- Velocità di crociera > Mach 1,4 = 1.700 km/h
- Quota di crociera > 16.800 metri
- Zero boom supersonico
- Primo volo: 2023 (?)



X-59 QUESST



4. SPACE ECONOMY IN ITALIA

PRINCIPALI AZIENDE AEROSPAZIALI IN ITALIA

azienda	attività	Fatturato
Leonardo SpA	Sistemi ottici, pannelli fotovoltaici, sistemi di controllo e dispositivi robotici	13 mld€
Avio Aero	Progettazione, costruzione e manutenzione di sistemi aeronautici civili e militari, turbine, combustori e sistemi propulsivi, soluzioni per ridurre il consumo di carburante e le emissioni di CO ₂	2 mld€
Thales Alenia Space	Il maggior produttore europeo di satelliti per telecomunicazioni, navigazione, osservazione della Terra, ambiente, esplorazione, scienza, infrastrutture orbitali. Esplorazione della Luna e di Marte. 67% Thales, 33% Leonardo	2 mld€
Telespazio	Leonardo (67%), Thales (33%) Tra i leader mondiali sistemi satellitari, gestione sistemi di lancio e controllo dei satelliti in orbita. Programmi: Galileo, EGNOS, COSMO-SkyMed. Gestisce il <u>Centro Spaziale del Fucino</u> .	300 m€
Avio SpA	Sistemi di trasporto spaziale e propulsori. Piccolo lanciatore Vega. <u>Programma Space Rider</u> , modulo orbitale.	350 m€
D-ORBIT SpA	Leader mondiale logistica e trasporto spaziale, rottamazione satelliti a fine vita operativa.	22m€
Argotec Srl	Rete di comunicazione lunare	12m€

IL CLUSTER TECNOLOGICO NAZIONALE AEROSPAZIO (CTNA)

Distretti Tecnologici Regionali:

- **Abruzzo** - Dominio ICT/Aerospazio Abruzzo
- **Basilicata** - CLAS – Cluster Lucano dell'Aerospazio clusterlucanoaerospazio.it
- **Campania** - DAC – Distretto Tecnologico Aerospaziale della Campania daccampania.com
- **Emilia-Romagna** - ART-ER Attrattività Ricerca Territorio art-er.it
- **Emilia-Romagna** - IR4I Cluster Tecnologico Aerospaziale ir4i.it
- **Lazio** - Lazio Innova Spa lazioinnova.it
- **Liguria** - SIIT – Distretto Tecnologico Ligure sui Sistemi Intelligenti Integrati siitscpa.it
- **Lombardia** - Aerospace Cluster aerospacelombardia.it
- **Marche** - EXPLOORE explooremarche.it
- **Piemonte** - DAP – Distretto Aerospaziale Piemonte distrettoaerospazialepiemonte.com
- **Puglia** - DTA – Distretto Tecnologico Aerospaziale Scarl dtascarl.org
- **Sardegna** - DASS – Distretto Aerospaziale Sardegna dassardegna.eu
- **Toscana** - GATE 4.0 Distretto Tecnologico Aerospaziale della Toscana distrettogate40.it
- **Umbria** - Aerospace Cluster umbriaaerospace.com
- **Veneto** - CO.SI.MO

Altri Associati:

- **AIAD** – Federazione Aziende Italiane per l'Aerospazio, la Difesa e la Sicurezza aiad.it
- **ASI** – Agenzia Spaziale Italiana asi.it
- **CIRA** – Centro Italiano Ricerche Aerospaziali cira.it
- **CNR** – Consiglio Nazionale Delle Ricerche cnr.it
- **GE Avio Srl** avioaero.com
- **INGV** – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ingv.it
- **LEONARDO Spa** leonardocompany.com

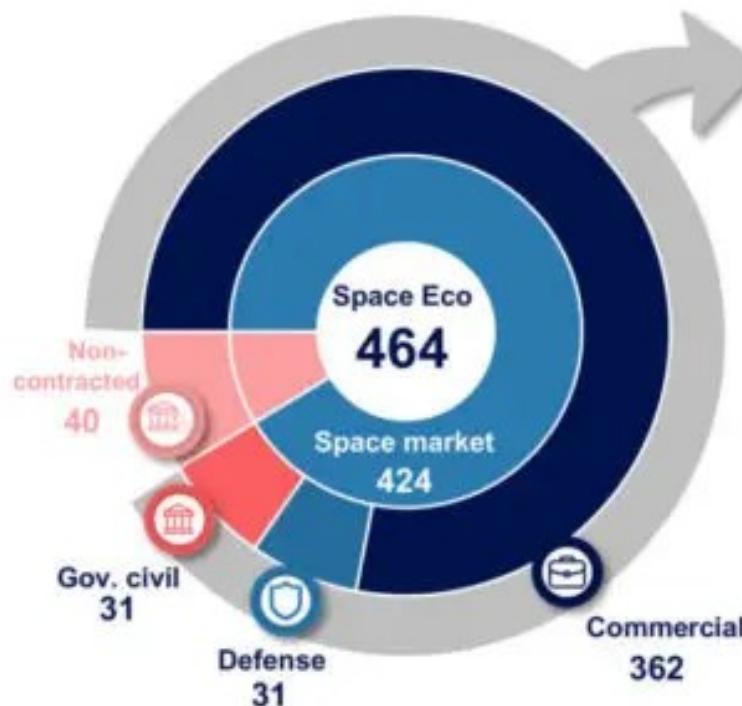
AEROSPAZIO EUROPA

- Fatturato complessivo space economy EU: ca. 94 mld\$ (USA 131, Asia 102)
- Uno dei settori a maggior valore aggiunto all'economia europea
- Occupati nel settore aerospaziale Europa: ca. 3,6 milioni
- Previsione 2023: crescita generale, seguendo l'aumento degli investimenti a livello mondiale
- ESA: budget 2023 7,8 miliardi, 16,9 miliardi per i prossimi 3 anni (+16,6%)
- La strategia *«new space economy»* ESA: attività spaziali a vantaggio dei cittadini sulla Terra e per un'Europa più verde e più digitale
 - osservazione della Terra e cambiamenti climatici,
 - future missioni astronautiche,
 - navigazione satellitare,
 - lanciatori: ultime missioni di Ariane 5, arrivo di Ariane 6 e Vega C,
 - si lavora a quelli della prossima generazione (riutilizzabili?...)

FATTURATO SPACE ECONOMY 2022

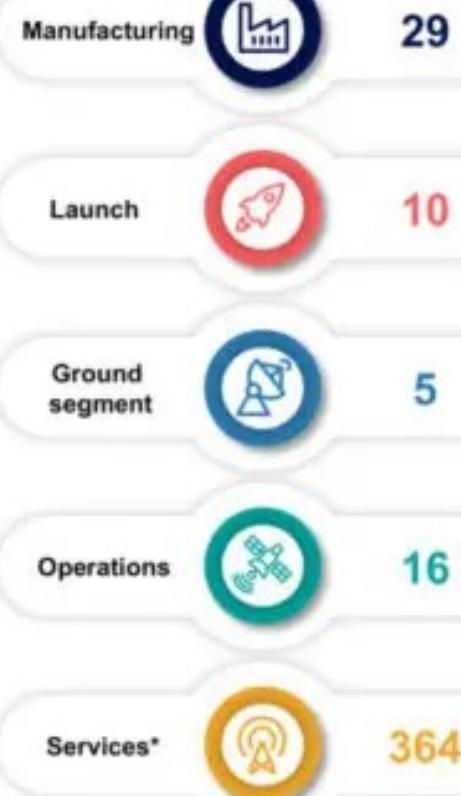
In billion USD

Space Economy



Space Market

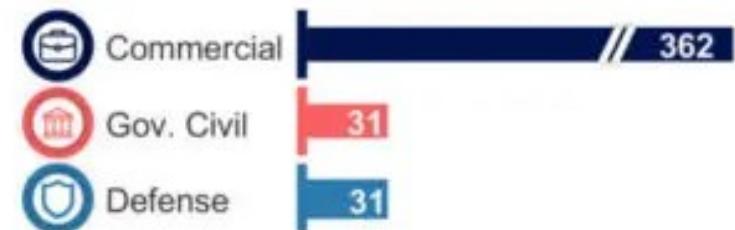
Vertical



Application



Client type



Region



Note: Excluding ground segment and user terminals

AEROSPAZIO ITALIA

- Il catalogo ASI 2021-2022 conta 153 aziende, di cui 21 grandi imprese, 105 PMI e 21 start-up.
- Il settore aerospaziale italiano è settimo al mondo e quarto a livello europeo (2021)
- Italia terzo stato contribuente ai programmi dell'ESA, dopo Francia e Germania
- Il settore occupa oltre 50.000 addetti, che salgono a 200.000 se si considera l'intero indotto
- Fatturato medio annuo di oltre 15 miliardi di euro, di cui quasi 5,8 miliardi di export
- Previsione 2023: +2000 nuovi posti di lavoro
- Profili maggiormente ricercati: ingegneri, progettisti, sistemisti e informatici
- Nuovi bandi di assunzione per tutto il comparto, compresa l'Agenzia Spaziale Europea (200 nuove assunzioni)

PROGRAMMI:

- l'Italia collabora e partecipa al programma lunare Artemis
- a livello europeo i programmi di Osservazione della Terra, es. la futura costellazione Iride
- spazioporto di Grottaglie, in Puglia, in accordo con Virgin Galactic

<https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/pmi-spaziali-le-eccellenze-italiane-motore-del-rinascimento-industriale/>

https://www.asi.it/wp-content/uploads/2021/09/Catalogo-ASI_160921_LOW.pdf

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE! ☺



JOIN THE SPACE RENAISSANCE CREW

<https://spacerenaissance.space/membership/international-membership-registration/>

Adriano V. Autino, Space Renaissance International, Founder and CEO

contacts: adriano.autino@spacerenaissance.org

<https://spacerenaissance.space/>