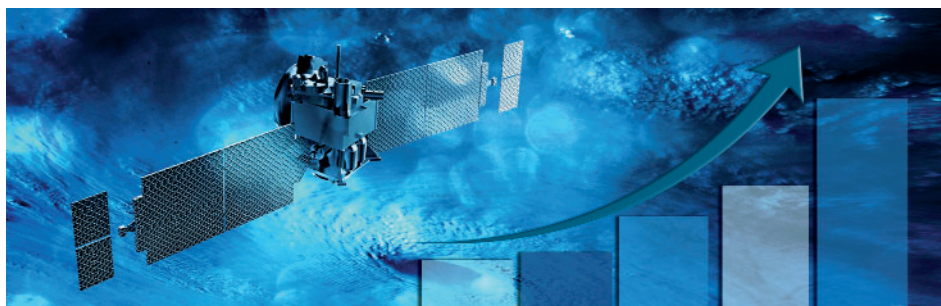


Antonio Messeni Petruzzelli,
Umberto Panniello

Space Economy
Storia e prospettive di business

ECONOMIA



FrancoAngeli



MANAGEMENT

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità.

Antonio Messeni Petruzzelli,
Umberto Panniello

Space Economy
Storia e prospettive di business

FrancoAngeli

Copyright © 2019 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

INDICE

1. Space Economy	pag.	7
1. Le origini dell'esplorazione spaziale	»	7
1.1. Gli attori, le tecnologie e i <i>drivers</i> dell'innovazione spaziale	»	10
2. La definizione di Space Economy	»	18
3. Gli ambiti della Space Economy	»	23
2. La Space Economy nelle economie nazionali	»	33
1. La Space Economy globale	»	33
2. La politica spaziale europea	»	44
3. La situazione italiana	»	54
4. Il ruolo chiave della NASA	»	63
5. La Russia e i Paesi emergenti: Brasile, India e Cina	»	70
3. Le opportunità di business	»	75
1. Il settore commerciale	»	75
2. Dallo spazio alla Terra	»	78
2.1. Il GNSS e le opportunità di business offerte da EGNOS e Galileo	»	78
2.2. Le opportunità di business offerte da Copernicus	»	95
2.3. Uno sguardo sugli spin-off spaziali	»	99

3. Dalla Terra allo spazio	pag. 104
3.1. La manifattura spaziale, il turismo spaziale ed i servizi in orbita	» 104
3.2. La SpaceX e le sue idee visionarie	» 110
3.3. La Virgin Galactic e le nuove opportunità nel sud Italia	» 113
3.4. La Blue Origin tra turismo ed esplorazione spaziale	» 115
3.5. Le miniere del futuro	» 116
4. Business models	» 119
Bibliografia	» 125
Elenco delle sigle	» 129

1. SPACE ECONOMY

1. Le origini dell'esplorazione spaziale

L'uomo, sin da epoche preistoriche, ha sempre osservato e cercato di interpretare i complessi fenomeni celesti alla ricerca di possibili correlazioni con le proprie vicende¹.

Un punto di svolta per la comprensione della volta celeste è stata l'invenzione del telescopio, la cui applicazione in campo astronomico² ha permesso le prime osservazioni dettagliate sulla Luna, la scoperta delle macchie solari e dei satelliti intorno a Giove. Nello stesso periodo, Keplero ha formulato tre leggi che hanno rivoluzionato lo studio delle orbite dei pianeti, riconoscendo la natura ellittica di tali orbite e operando importanti osservazioni sulle velocità dei moti propri dei pianeti del sistema solare.

Sebbene lo studio dello spazio abbia da sempre occupato un posto centrale nel pensiero dell'uomo è solamente dalla seconda metà del XX secolo che, grazie all'evoluzione delle tecnologie aerospaziali, l'uomo si è potuto, prima mediatamente e poi fisicamente, allontanare dal suolo terrestre e studiare più da vicino quei corpi celesti che da millenni osservava da lontano. Così, con il lancio del satellite *Sputnik 1*

¹ I popoli primitivi furono in grado, attraverso le osservazioni astronomiche, di determinare quasi istintivamente e ad occhio nudo la durata del giorno e la sequenza delle stagioni, animati dallo scopo principale di stabilire un calendario solare, di scandire il tempo, di prevedere fenomeni metereologici per pianificare i lavori agricoli. Le osservazioni furono stimolate sempre di più dalla complessità dell'universo e dal desiderio di conoscenza dell'uomo circa la composizione dell'universo e della sua origine (Menzel, 1970).

² L'applicazione in campo astronomico è riconosciuta a Galileo Galilei nel 1609.

da parte dell'Unione Sovietica nell'ottobre del 1957 è iniziata l'era dell'esplorazione spaziale³.

Le motivazioni alla base dell'astronautica sono state molteplici e variabili nel corso dei diversi periodi storici. La supremazia tecnologica ed il prestigio sono stati i principali presupposti per la corsa allo spazio degli anni '50 del XX secolo. Durante la Guerra Fredda le due superpotenze in campo, Stati Uniti d'America e Unione Sovietica, si sono sfidate con il lancio di missili e satelliti, per la conquista della Luna e di altri pianeti del sistema solare. Questa competizione è durata per circa vent'anni e la sua origine si può ricondurre al lancio del primo satellite artificiale sovietico, lo *Sputnik 1*. La risposta statunitense allo *Sputnik 1* non tardò ad arrivare, già nel 1958 fu lanciato il satellite *Explorer 1* e nello stesso anno il presidente Eisenhower propose al Congresso la creazione della NASA (*National Aeronautics and Space Agency*) che sarebbe stata posta sotto il controllo del Dipartimento della Difesa. Seguì il primo volo orbitale con uomo a bordo eseguito dall'Unione Sovietica: era il 12 aprile del 1961 quando il cosmonauta sovietico Yuri Gagarin lasciò la Terra sulla capsula *Vostok 1*.

Iniziò così un succedersi continuo e frenetico di nuove conquiste tecnologiche: furono lanciati i primi satelliti spia ad uso militare, i primi satelliti meteorologici e per le telecomunicazioni e numerose furono anche le sonde spaziali alla volta di Marte e Venere. A partire dagli anni '60 l'esplorazione spaziale si è principalmente orientata alla conquista della Luna. Come è noto, tale obiettivo è stato raggiunto il 20 luglio del 1969 quando Neil Armstrong atterò per la prima volta sul suolo lunare durante la missione *Apollo 11*.

Gli anni '70 hanno segnato l'inizio dell'era delle stazioni spaziali: nell'aprile del 1971 l'Unione Sovietica lanciò la *Saljut* e nel 1973 fu la volta degli Stati Uniti d'America con il lancio dello *Skylab*. Inoltre, in questi anni nuovi attori si sono affacciati al campo spaziale fondando le proprie agenzie spaziali nazionali. Al fianco della NASA e

³ Nella storia si nascondono degli eventi eclatanti che se pur meno noti ne hanno cambiato radicalmente il corso. Durante la seconda guerra mondiale per mano della Germania nazista, furono già sperimentati il lancio di alcuni missili bellici come i V2. Progettati da Wernher von Braun, furono potenti armi segrete che distrussero numerose città europee ed uccisero molti civili.

dell'agenzia spaziale sovietica⁴ in Europa, prevalentemente grazie al *know-how* francese, fu fondata nel 1975 l'ESA (*European Space Agency*). Guardando all'Italia invece bisognerà aspettare il 1988 per la fondazione dell'ASI (*Agenzia Spaziale Italiana*). Nel dicembre del 1990 si è aggiunto alla lista anche il Canada con la CSA (*Canadian Space Agency*). Da ultimo, nel 2003 dalla fusione di tre precedenti agenzie⁵, è nata l'agenzia spaziale giapponese (JAXA). È stata la collaborazione tra queste diverse agenzie (americana, russa, europea, canadese e giapponese) a permettere nel 1998 il lancio della prima *International Space Station* (ISS)⁶.

Negli anni '80 con l'entrata in scena dello *Space Shuttle*⁷ si può dire conclusa la corsa allo spazio a causa della ormai assodata supremazia tecnologica statunitense. D'altro canto, in questo stesso periodo si è assistito ad una vera e propria rivoluzione tecnologica. La costruzione di satelliti dal peso di appena 500 Kg ha permesso una notevole riduzione dei costi e ha segnato l'inizio dell'utilizzo ad uso civile e commerciale di elementi come i satelliti per meteorologia e per la trasmissione delle informazioni ai quali dobbiamo, tra le altre cose, la televisione satellitare e il funzionamento di Internet. A questa rivoluzione tecnologica si deve anche lo sviluppo della rete di satelliti GPS, sviluppata dal governo americano a scopi militari ma poi estesa ad uso civile a partire dagli anni '90, che è stata un fondamentale impulso per la localizzazione di precisione a terra.

Ancora, nell'aprile del 1990, dopo anni di ricerca e progettazione, è stato lanciato in orbita terrestre bassa il Telescopio di Hubble. Costruito dalla NASA, in collaborazione con l'ESA, rappresenta il tele-

⁴ Attualmente l'agenzia spaziale russa è la RKA che a partire dal 1992, anno della sua fondazione, ha sostituito il Programma Spaziale Sovietico.

⁵ L'agenzia spaziale giapponese venne fondata il 1° ottobre 2003 dalla fusione della *National Space Development Agency* (NASDA), della *National Aerospace Laboratory of Japan* (NAL) e dell'*Institute of Space and Astronautical Science* (ISAS).

⁶ Da allora la ISS è stata completamente assemblata e continuamente abitata dalle agenzie partner. Essa rappresenta un laboratorio orbitante in un ambiente unico in cui condurre ricerche multidisciplinari e sviluppare tecnologie che guidano l'esplorazione spaziale e i benefici terrestri.

⁷ Il primo sistema di lancio spaziale riutilizzabile sviluppato dalla NASA con l'obiettivo di abbattere gli elevati costi di accesso allo spazio.

scopio spaziale più longevo e di maggior successo. Ha infatti immortalato galassie neonate e stelle al collasso, ha studiato i pianeti ed ha contribuito alla scoperta dell'energia oscura. Il suo lancio ha inoltre reso possibile il superamento dell'interferenza delle turbolenze atmosferiche terrestri che disturba la visuale degli osservatori da Terra garantendo una restituzione di immagini più chiare e accurate.

Arrivati al XXI secolo possiamo affermare che la globalizzazione delle attività spaziali e la digitalizzazione hanno determinato l'inizio di un nuovo ciclo dello sviluppo spaziale. Tale ciclo si basa sull'utilizzo universale di applicazioni spaziali in numerosi campi industriali e sullo sviluppo di satelliti sempre più leggeri permesso dall'ausilio delle nuove scoperte nel campo della microelettronica, della scienza dei materiali e dei computer.

Dunque, abbiamo visto come la competizione internazionale tra le potenze planetarie ha lasciato il campo alla collaborazione tra le agenzie spaziali nazionali che oggi garantisce il monitoraggio continuo delle risorse del pianeta Terra e dei suoi disastri naturali; uno studio più approfondito del sistema solare; ricerche scientifiche in campo astronomico, astrofisico e geofisico; nuove e future attività spaziali che prevedono viaggi umani nello spazio ed un crescente utilizzo degli *outputs* delle infrastrutture satellitari (segnali e dati) nei prodotti di largo consumo. Dopotutto se oggi i mercati sono più vasti, la ragione è precipuamente tecnologica e risiede nel significativo incremento ad uso civile dei servizi forniti dai satelliti⁸.

1.1. Gli attori, le tecnologie e i *drivers* dell'innovazione spaziale

Il settore spaziale può essere considerato un settore conservativo in quanto deve garantire affidabilità, durabilità e minori costi. Tuttavia sta oggi sperimentando una profonda trasformazione improntata all'innovazione⁹. Secondo il padre dell'economia dell'innovazione, Joseph Schumpeter, i sistemi innovativi sono dinamici per loro

⁸ Petroni, Bianchi (2016, pp. 12-19).

⁹ Secondo l'Organizzazione per la Cooperazione dello Sviluppo Economico (OCSE) l'innovazione è "l'implementazione di un nuovo o di un significativamente migliorato prodotto (bene o servizio), processo, nuovo metodo di marketing, nuovo

natura e, così come un qualsivoglia settore economico, anche il settore spaziale è attualmente alle prese con un cambio di paradigma¹⁰. In particolare in questo settore le innovazioni percorrono l'intera catena del valore dalla ricerca fondamentale¹¹ alle lontane applicazioni che possiamo riscontrare a valle come il rivoluzionario utilizzo di massa dei segnali satellitari dagli smartphone. I segnali temporali e di navigazione, l'accesso alle telecomunicazioni anche in luoghi isolati o da piattaforme mobili (smartphone, navi, aeromobili, etc.), la disponibilità di posizioni satellitari e l'accesso alle immagini satellitari vieppiù crescente, stanno spingendo verso l'ideazione di nuovi prodotti e servizi, nessuno dei quali funzionerebbe senza segnali e dati satellitari. Tutto ciò è reso possibile, oltre che per la tecnologia in sé, anche dalla capacità degli imprenditori di trasformare i dati e i segnali spaziali in nuove opportunità di business. Il successo della commercializzazione di prodotti o servizi dipende non solo dalla capacità d'inventare un nuovo prodotto o servizio o di migliorarne alcuni già esistenti, ma anche dalla complementare capacità di marketing, di produzione, di distribuzione e di *design*.

metodo organizzativo nelle pratiche competitive, nella gestione interna e nella gestione delle relazioni esterne”.

¹⁰ Il paradigma è un modello teorico-concettuale di base i cui componenti fondamentali per un certo periodo rimangono indiscussi. Il progresso scientifico è caratterizzato da un andamento ciclico che prevede l'alternarsi di fasi di “scienza normale” e fasi di “rottura rivoluzionaria”, così scriveva Thomas Khun nella sua opera più celebre: *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* del 1962.

Nella fase di “scienza normale” le assunzioni teoriche fondamentali, i cosiddetti paradigmi, vengono di continuo articolati ed estesi in funzione di un'applicazione sempre più esaustiva. Nel corso di questa attività insorgono tuttavia inevitabili anomalie che la scienza paradigmatica tenta invano di riassorbire prima che esse determinino la “rottura rivoluzionaria” e l'elaborazione ed infine l'accettazione di un nuovo paradigma. Il consolidarsi del nuovo paradigma apre a sua volta una nuova fase di scienza “normale”. Si vince dunque come per Khun le rivoluzioni scientifiche siano fondamentali per il progresso scientifico (Khun, 2009).

¹¹ Il manuale di Frascati fornisce la definizione di ricerca fondamentale (o di base) quale attività sperimentale o teorica avente come scopo l'ampliamento delle conoscenze sui fondamenti di fenomeni e fatti osservabili, di cui non si prevede una specifica applicazione o utilizzazione (OECD, 2015).

Ai fini del prosieguo del lavoro sarà dunque utile analizzare, anche da un punto di vista tecnico e funzionale, gli strumenti di cui disponiamo e che effettivamente svolgono il loro lavoro affinché noi possiamo ricevere dati e informazioni dallo spazio: i satelliti.

Seguendo la definizione della NASA i satelliti¹² sono corpi che orbitano intorno ad altri corpi nello spazio e possono essere naturali ovvero artificiali. La Terra è un satellite naturale che ruota attorno al Sole, la Luna è un satellite naturale che ruota attorno alla Terra mentre la Stazione Spaziale Internazionale è un satellite artificiale.

I satelliti artificiali si distinguono ancora in scientifici¹³, destinati alla ricerca pura, ovvero in applicativi, destinati a scopi militari e ad usi commerciali e civili. Nei satelliti applicativi rientrano i satelliti per le telecomunicazioni, il telerilevamento, la navigazione, i satelliti meteorologici e militari.

Per ciò che concerne il loro funzionamento, i satelliti orbitano intorno alla Terra quando la loro velocità è bilanciata dall'attrazione della gravità terrestre e possono farlo a differenti altitudini, velocità e lungo diversi percorsi. A questo proposito si rende necessario specificare le diverse tipologie di voli spaziali. Ritroviamo i voli orbitali, delineano una traiettoria completa intorno alla Terra in una porzione di spazio in cui è presente un campo gravitazionale da essa generato; i voli interplanetari, rappresentano un'ascesa diretta senza possibilità di orbitare (esempi sono le sonde spaziali lanciate verso i pianeti); i voli suborbitali, la traiettoria percorsa dal mezzo spaziale interseca la Terra prima di completare l'orbita.

Analizziamo in dettaglio le principali orbite che ospitano i nostri satelliti.

In base all'altitudine rispetto alla Terra distinguiamo: orbita terrestre bassa (*Low Earth Orbit*, LEO) ad un'altitudine compresa tra l'atmosfera e le fasce di Van Allen ossia 160-2.000 km; orbita terrestre media (*Medium Earth Orbit*, MEO) ad un'altitudine compresa tra le fasce di Van Allen e l'orbita geostazionaria ossia 2.000-35.786 km; orbita terrestre alta (*High Earth Orbit*) ad un'altitudine dalla superficie terrestre superiore ai 35.786 km.

¹² NASA (2018).

¹³ Petroni, Bianchi (2016, pp. 12-19).

L'orbita geostazionaria (*Geostationary Earth Orbit*, GEO) è un caso particolare di orbita geosincrona¹⁴. È un'orbita circolare posta sullo stesso piano dell'equatore terrestre e rappresenta per eccellenza la tipologia di orbita più comune per il posizionamento di satelliti per la telecomunicazione tra cui quelli televisivi.

Un satellite posto su di un'orbita geostazionaria viaggia da ovest ad est dell'equatore, si muove nella stessa direzione della Terra e ha il suo stesso periodo di rotazione. Queste caratteristiche fanno sì che dalla Terra il satellite geostazionario sembri fermo, o meglio risulti sempre nella stessa posizione nel cielo.

Un'ulteriore tipologia di orbita ampiamente utilizzata per ospitare satelliti meteorologici, satelliti per la mappatura terrestre e per il tele-rilevamento, è l'orbita polare. Essa è caratterizzata da un'inclinazione di circa 90° rispetto al piano equatoriale. Un satellite posto su di un'orbita polare viaggia da nord a sud, da polo a polo e riesce man mano che la Terra gira a scansionare l'intero globo a diverse longitudini.

Grazie al progresso nello sviluppo di satelliti sempre più sofisticati e leggeri ed al lavoro svolto dagli stessi satelliti, il settore spaziale ha da sempre contribuito al progresso scientifico dalla scoperta del buco dell'ozono al monitoraggio globale dell'innalzamento del livello del mare; ha portato allo sviluppo di tecnologie rivoluzionarie come l'accesso nello spazio, il lancio di Rover su Marte, la possibilità di vivere nello spazio; e ha portato alla diffusione di innovazioni in differenti settori attraverso il trasferimento delle tecnologie e gli spin-off, come per esempio strumenti radar satellitari utilizzati in campo medico-radiologico.

Da un punto di vista manifatturiero il settore spaziale è costituito da un'industria altamente specializzata con una particolare enfasi sulla precisione e sulle procedure di verifica con una tolleranza all'errore e al rischio estremamente bassa. Nello specifico, le nuove procedure industriali qualificate, adottate per ridurre i costi di produzione di navicelle spaziali ed altri dispositivi di lancio, sono state ampiamente commutate da esperienze pregresse provenienti da altri settori industriali (prevalentemente automobilistico e aeronautico)¹⁵.

¹⁴ Si definisce orbita geosincrona una qualsiasi orbita attorno alla Terra.

¹⁵ Un esempio su tutti in ambito privato è la SpaceX, compagnia statunitense fondata da Elon Musk, che ha esteso all'industria spaziale la produzione in serie utilizzata in campo automobilistico.

Le recenti innovazioni nei processi industriali e nelle tecnologie si sostanziano nei progressi tecnologici concernenti i materiali e le tecniche di fabbricazione, ne siano esempio le tecniche di produzione additiva come la stampa 3D, utilizzata per la fabbricazione di modelli e prototipi, e i processi di *direct-write* (c.d. nanolitografia) con materiali conduttori, tecnologia che rende possibile il deposito di sensori e antenne direttamente sulla superficie di equipaggiamento, inclusi posti difficilmente raggiungibili, conseguentemente consentendo di ridurre il peso e migliorarne le funzionalità.

Oggi solo pochi Paesi al mondo hanno la tecnologia e le strutture per effettuare un lancio spaziale orbitale. Tra gli attori istituzionali coinvolti¹⁶ nelle attività spaziali è operabile una classificazione in base al livello di tecnologia posseduto. Segnatamente, distinguiamo tra paesi già sviluppati (Stati Uniti d'America, Russia, i paesi dell'ESA e Giappone) cosiddetti *Developed Space Actors* (DVSAs) e i cosiddetti *Emerging Space Actors* (EMSAs) ossia tutti quei paesi non inclusi nei DVSAs. Siccome l'EMSAs è una categoria molto vasta, si rende opportuna una sotto-classificazione in base alle abilità raggiunte da ciascun Paese.

Al gradino più alto troviamo gli attori EMSAs che possiedono la capacità di produrre autonomamente delle tecnologie spaziali, che hanno sviluppato innovative abilità di lancio per il posizionamento sia orbitale che geosincrono di satelliti, che hanno costituito agenzie spaziali nazionali impegnate nella ricerca e sviluppo di missili balistici e programmi nucleari. In questa categoria rientrano Brasile, India e Cina, i cosiddetti BRICs. Al secondo posto vi sono i Paesi come Iran, Israele, Sud Africa and Iraq che possiedono le capacità basilari per lanciare una sonda spaziale, che si hanno costituito agenzie spaziali nazionali e che sono in parte in grado di produrre la propria tecnologia spaziale, ma che necessitano della collaborazione dei Paesi più avanzati per portare avanti i loro obiettivi di politica spaziale. Il terzo e ultimo gradino comprende tutti gli altri *players* minori ovvero tutti quei paesi che non agiscono in campo spaziale al di fuori della collaborazione con paesi più avanzati e che solo eccezionalmente contribuiscono alla produzione di tecnologia spaziale.

¹⁶ Petroni, Bianchi (2016, pp. 12-19).

Ora, volendo individuare i fattori critici¹⁷ che hanno portato all'aumento del numero degli attori coinvolti nell'esplorazione spaziale ed hanno contribuito al significativo mutamento del ruolo della politica spaziale, possiamo sintetizzarne tre: la nuova generazione di "piccoli satelliti"¹⁸; l'accresciuta abilità di lancio e l'implementazione delle moderne piattaforme per il lancio in orbita¹⁹ dei satelliti; i segnali GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*).

Una particolare importanza ha avuto l'adozione di piccoli satelliti che ha comportato una riduzione di due terzi dei costi di produzione e di lancio rispetto ai satelliti tradizionali. Si pensi che questi satelliti possono pesare anche meno di un chilo e sono utilizzati per le comunicazioni telefoniche e televisive. Nonostante i piccoli satelliti beneficino delle moderne tecnologie di miniaturizzazione e vengano ampiamente utilizzati, i satelliti più grandi continuano ad avere un ruolo maggiormente importante perché più longevi ed atti al trasporto di un numero maggiore di strumenti.

Per ciò che concerne le tecnologie di lancio una delle più innovative è la riutilizzabilità dei razzi. Riutilizzando lo stesso razzo per più lanci si abbattano i costi di tali operazioni ed in vista di tale scopo molte compagnie stanno sperimentando e pianificando il recupero e il riutilizzo di alcune parti dei dispositivi di lancio²⁰. Un'altra importante tecnologia è la propulsione elettrica, utilizzata anche su satelliti commerciali per le telecomunicazioni, il cui utilizzo costituisce un trend crescente.

Altrettanto importante è stata la rete di satelliti GNSS, tra cui il più conosciuto e importante è la *American Global Positioning System*

¹⁷ Secondo uno studio condotto in collaborazione con l'istituto nazionale italiano di astrofisica.

¹⁸ La classificazione dei satelliti in base al loro peso ci consente di distinguere tra grandi satelliti (peso superiore ai 1.000 Kg), medi satelliti (peso compreso tra i 500-1.000 Kg), piccoli satelliti (peso inferiore ai 500 Kg). All'interno di quest'ultima categoria abbiamo: minisatelliti (100-500 Kg), microsattelliti (10-100 Kg), nanosatelliti (1-10 Kg) e picosatelliti (0.1-1 Kg).

¹⁹ Il lancio di un satellite o di qualsiasi altro veicolo spaziale è soggetto ad una serie di condizioni tecnico-fisiche: una delle più importanti è la vicinanza del sito di lancio all'equatore perché a questa latitudine è possibile sfruttare la velocità di rotazione della Terra (1.670 km/h).

²⁰ Ad esempio la compagnia privata SpaceX è riuscita nella missione di atterraggio verticale al primo stadio del Falcon9.

(GPS). Il sistema è liberalmente accessibile e grazie ad almeno quattro satelliti garantisce la trasmissione di segnali radio a chiunque possieda un terminale mobile dotato di ricevitore GPS. Esso è precipuamente deputato a determinare le esatte coordinate geografiche di tutti gli utilizzatori. L'evidente importanza strategica di questa tecnologia ha spinto le agenzie spaziali di molti Paesi ad investire sulle reti GNSS al fine di rendersi indipendenti dalla tecnologia statunitense. Una su tutte è l'ESA che sta sviluppando il programma Galileo, il quale prevede il lancio in orbita MEO di una rete di ben 30 satelliti che ambisce ad avere un'accuratezza maggiore rispetto alla rete statunitense ed una copertura totale della crosta terrestre.

Volendo ora passare ad indagare i *drivers* dell'innovazione spaziale che hanno condotto la ricerca, possiamo individuarne tre: la persistenza di obiettivi scientifici e di sicurezza nazionale (che hanno portato viepiù Paesi ad investire in programmi spaziali); l'estensione di applicazioni spaziali a valle; il perseguimento dell'esplorazione umana nello spazio.

Sappiamo bene che la politica spaziale, i relativi programmi e le conseguenti missioni di ciascun Paese attribuiscono prestigio nazionale e costituiscono *know-how* tecnologico. Ad oggi sono ancora i governi nazionali ad essere i principali finanziatori della ricerca e sviluppo (R&S) di lungo periodo, così come possono significativamente incidere sulla fruizione privata di molti prodotti e servizi relativi o derivanti dalle attività spaziali attraverso una serie di politiche promozionali come sovvenzioni, incentivi fiscali, prestiti agevolati. D'altra parte, le considerazioni geopolitiche ed economiche hanno da sempre svolto un ruolo dominante nel definire i programmi spaziali e, per tale motivo, il supporto da parte di enti governativi al conseguimento di obiettivi scientifici e all'esplorazione dello spazio continua ad essere un fattore chiave atto a garantire la continuità della ricerca fondamentale nel settore.

Lo sviluppo di applicazioni spaziali a valle è perseguito con lo scopo di risolvere problematiche sulla Terra oltre che per generare profitto in futuri nuovi mercati.

Oggi ci ritroviamo di fronte ad una rivoluzione nelle applicazioni spaziali a valle della catena del valore dovuta ai progressi nell'analisi e nell'elaborazione dei dati da parte di calcolatori sempre più potenti. Pertanto, si è reso possibile lo sviluppo, talvolta sconcertante, di nuovi

servizi maggiormente integrati in applicazioni e dispositivi mobili che sfruttano dati e segnali satellitari; parliamo di servizi che vanno dalla trasmissione di immagini e telecomunicazioni satellitari ad applicazioni di svago come la famosa *PokemonGo* che è basata sull'utilizzo dei segnali di posizione satellitare. Il settore spaziale è dunque diventato un fornitore essenziale di infrastrutture pubbliche e private che determinano una crescente dipendenza dello stile di vita dei cittadini dai segnali e dati satellitari. I sistemi spaziali in campo civile e commerciale hanno subito una crescita esponenziale in tutto il mondo dal momento che molte tecnologie spaziali sono state gradualmente trasferite da applicazioni scientifiche e militari ad applicazioni civili e commerciali. Come già accennato, lo sviluppo di satelliti miniaturizzati ed il loro maggiore utilizzo genera impatti sul settore manifatturiero spaziale e contribuisce allo sviluppo di soluzioni sempre più economiche per l'accesso allo spazio e di possibili nuovi mercati per le applicazioni spaziali.

Il terzo ed ultimo *driver*, l'uomo nello spazio, è da sempre stato ampiamente criticato a causa degli alti costi, nondimeno resta il principale orientamento dei futuri programmi ed innovazioni spaziali soprattutto da parte di grandi imprese commerciali. Infatti, lo sviluppo di futuri viaggi umani in orbita nello spazio assume un peso preponderante nel settore privato²¹.

Da questa disamina del settore spaziale, dei suoi fattori critici e *drivers* è emerso chiaramente come lo spazio rappresenti oggi un'infrastruttura critica e indispensabile per il mondo intero nonché una grande opportunità. L'utilizzo degli *outputs* delle infrastrutture satellitari, pubbliche o private che siano, ossia informazioni e dati, è sempre più in crescita e va incontro alle sfide che la società via via propone con l'obiettivo di darne una soluzione sempre più efficiente ed efficace.

²¹ Alcuni esempi di programmi che prevedono l'uomo nello spazio sono il programma LEO, lo Space Launch System e Orion. Tutti questi prevedono lanci umani nella metà del 2020 su asteroidi e su Marte da parte della NASA, mentre il Moon village nel 2040 è un programma dell'ESA.

2. La definizione di Space Economy

Le considerazioni fatte e le vicende analizzate ci consentono ora di identificare gli eventi scatenanti e rivoluzionari della Space Economy (SE) e di meglio comprendere la sua definizione. Da un lato abbiamo l'intento dell'industria spaziale di rendere lo spazio una meta sempre più accessibile economicamente e dall'altro abbiamo l'innovativo campo di satelliti e lanciatori con tutti i prodotti e servizi che ne derivano.

Partendo dalla definizione che l'OCSE ci fornisce di Space Economy, per essa s'intende: *“l'intera gamma di attività e l'impiego di risorse che creano e forniscono valore e benefici agli esseri umani nel corso dell'esplorazione, comprensione, gestione e utilizzo spaziale”*²². Pertanto, la SE include tutti gli attori pubblici e privati coinvolti nello sviluppo, nella fornitura e nell'utilizzo di prodotti e servizi spaziali che vanno dalla R&S alla fabbricazione e utilizzo di infrastrutture spaziali (stazioni spaziali, veicoli di lancio e satelliti) al fine di abilitare delle applicazioni (strumenti di navigazione, telefoni satellitari, servizi meteorologici) nonché permettere la successiva ed ulteriore ricerca scientifica generata da queste applicazioni.

La SE va quindi oltre lo stesso settore spaziale dal momento che comprende i continui e sempre più diffusi impatti qualitativi e quantitativi sull'economia e sulla società dei prodotti e servizi relativi allo spazio.

Sono stati delineati a livello internazionale dall'OCSE tre principali perimetri all'interno dei quali opera la SE attraverso lo svolgimento di precise attività che conducono allo sviluppo di prodotti e servizi. Ricontriamo un settore spaziale a monte, un settore spaziale a valle ed infine un insieme di attività poste in essere in altri settori industriali, ma basate sullo spazio o da esso derivate²³.

Nel settore spaziale a monte rientrano tutte quelle attività di ricerca scientifica, di R&S, di fabbricazione e produzione che restituiscono, allo stesso settore spaziale, specifici servizi, prodotti, tecnologie e ricerche. Per citare alcuni esempi: la ricerca astronomica, la fabbricazione di componenti spaziali e satelliti.

²² OECD (2016, p. 30).

²³ OECD (2016, p. 30).

Nel settore spaziale a valle rientrano tutte quelle attività che non esisterebbero o funzionerebbero senza i dati e i segnali satellitari quindi tutti quei prodotti e benefici che conseguono dall'attività spaziale come la già menzionata navigazione satellitare o la meteorologia o la trasmissione televisiva e telefonica.

Nell'ultimo e più ampio perimetro rientrano invece tutte le attività appartenenti ai vari settori economici che possono derivare dalle tecnologie spaziali o che le sfruttano. Rientrano quindi in questo perimetro tutti quei servizi, prodotti e tecnologie che si derivano dalla tecnologia spaziale, ma il cui funzionamento non dipende da questa.

L'applicazione pratica di tecnologie spaziali in altri settori economici è costituita dagli spin-off. Degli esempi sono rappresentati dall'implementazione di spin-off *ad hoc* nell'industria automobilistica o medica, ma centinaia sono le tecnologie utilizzate nel settore spaziale – dai materiali ai sistemi di sopravvivenza degli astronauti – e commutate con successo in applicazioni terrestri dando vita alle moderne innovazioni. Le agenzie spaziali hanno creato programmi per il trasferimento di tecnologie per facilitare la commercializzazione di applicazioni tramite concessione di licenza o partnership industriali. Registriamo l'esistenza di spin-off che non si limitano al solo adeguamento della tecnologia spaziale, ma che estendono la loro applicazioni a diversi ambiti dalla medicina, passando per l'energia, il cibo ed il settore tessile, fino ad arrivare all'agricoltura e a molti altri settori. Data la loro capillare diffusione è difficile misurare il ritorno economico generato dagli spin-off essendo inoltre che gli impatti di un'applicazione potrebbero non essere evidenti fino a parecchio tempo dopo. Un esempio emblematico del successo degli spin-off è fornito dalla NASA, la quale ha una lunga storia di trasferimenti di tecnologie al settore privato che risale al 1964 quando fu istituito il *Technology Transfer Program*, una sorta di macchina che garantisce agli spin-off di continuare a girare. Le prime pubblicazioni sulle tecnologie NASA, rese disponibili dalla comunità scientifica, hanno determinato un grande successo nel settore privato nell'acquisizione e adozione delle tecnologie NASA per usi commerciali. Quando i primi prodotti spin-off iniziarono ad emergere nel 1976, la NASA iniziò a pubblicare dei report annuali²⁴ su questi successi e a condividere la storia di oltre

²⁴ NASA (2018).