

LA COMUNITÀ INTERNAZIONALE

Rivista Trimestrale della Società Italiana
per l'Organizzazione Internazionale

QUADERNO 21



Alla conquista dell'ottavo continente:
lo Spazio



EDITORIALE SCIENTIFICA
Napoli

LA COMUNITÀ INTERNAZIONALE

RIVISTA TRIMESTRALE DELLA
SOCIETÀ ITALIANA PER L'ORGANIZZAZIONE
INTERNAZIONALE

QUADERNI (Nuova Serie)

COMITATO SCIENTIFICO

*Pietro Gargiulo, Cesare Imbriani,
Giuseppe Nesi, Adolfo Pepe, Attila Tanzi*

SOCIETÀ ITALIANA PER L'ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE

ALLA CONQUISTA DELL'OTTAVO CONTINENTE:
LO SPAZIO

EDITORIALE SCIENTIFICA
Napoli

Il presente Report è stato redatto con il sostegno finanziario del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale,
ai sensi dell'art. 23 bis del d.P.R. 18/1967.

Le posizioni contenute nella presente pubblicazione sono espressione esclusivamente degli Autori e non rappresentano necessariamente le posizioni del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale.

Proprietà letteraria riservata

Copyright 2021 Editoriale Scientifica srl
Via San Biagio dei Librai, 39
89138 - Napoli
ISBN 979-12-5976-097-5

INDICE

SEZIONE POLITICA E RELAZIONI INTERNAZIONALI

LA COMPETIZIONE NELLO SPAZIO:
DALLA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE DIFFUSA ALLA COOPERAZIONE SELETTIVA
QUALI MODELLI DI SOSTENIBILITÀ?
(con il coordinamento di Gabriella Arrigo e Marilena Montanari)

MERIEM BEHIRI, GIUSEPPE GALEANDRO, JACOPO MASCHINI, DANIELE TONTI,
ELEONORA VESTITO

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1 – Modelli di cooperazione e competizione nelle attività spaziali	3
CAPITOLO 2 – Il dilemma della sicurezza spaziale	21
CAPITOLO 3 – Aspetti politici e socio-economici della cooperazione e competizione spaziale	38
CAPITOLO 4 – I modelli della cooperazione spaziale	51
CONCLUSIONI	85

SEZIONE GIURIDICO-ISTITUZIONALE

IL DIRITTO DELLE ATTIVITÀ SPAZIALI
TRA COOPERAZIONE E COMPETIZIONE PER LO SPAZIO
(con il coordinamento di Sergio Marchisio e Viviana Iavicoli)

JOSELY MODA, MARIA VITTORIA PREST, ELEONORA MESSINA, MARIA ENRICA
RAGONE, PIETRO SANTORIELLO, ALESSANDRO BONIFAZI

CAPITOLO 1 – Spazio extra-atmosferico: luoghi di ricerca e protezione	90
CAPITOLO 2 – La registrazione degli oggetti spaziali	99
CAPITOLO 3 – La politica delle 3S: Safety, Security and Sustainability	118
CAPITOLO 4 – Evoluzione giuridica della figura dell’astronauta: dall’OST agli Artemis Accords	136
CAPITOLO 5 – Aspetti giuridici delle <i>Safety Zones</i> nello sviluppo dei “Building Blocks for the Development of an international framework on space resource activities” e degli “Artemis Accords”	152
CAPITOLO 6 – L’Agenzia Spaziale dell’Unione Europea	167

SEZIONE INDUSTRIALE E TECNICO-SCIENTIFICA

COMPETENZE, COMPETIZIONI, CAPITALI:
LE TRE C PER LO SVILUPPO GLOBALE DELLA *NEW SPACE ECONOMY*
(con il coordinamento di Enrico Flamini, Roberto Somma e Armando Tempesta)

DOMENICO BARRETTA, CATIA BENEDETTO, ROBERTO CAIONE, GIUSI DISCENZA,
LUCA FASANO, STEFANO GIAIMO, ALBA IOVANE, CRISTINA MARTINI,
FRANCESCA RIZZI.

1. INTRODUZIONE.....	182
CAPITOLO 2 – Le Competenze.....	184
CAPITOLO 3 – Le Competizioni.....	261
CAPITOLO 4 – I Capitali.....	330
CAPITOLO 5 – Conclusioni.....	420
ACRONIMI.....	423
RIFERIMENTI.....	425

SEZIONE SOCIO-ECONOMICA

THE ROLE OF THE GLOBAL VALUE CHAIN'S SPACE ACTORS IN THE NEW SPACE
COMPETITION: OUTLOOKS, OPPORTUNITIES AND CRITICALITIES OF THE NEW SPACE
MODEL AS A CONTAINING OR ACCELERATING FACTOR FOR GEOPOLITICAL
CONFRONTATION IN THE EIGHTH CONTINENT?
(con il coordinamento di Delfina Bertolotto)

JULIAN CANETTIERI, GIOVANNI FALCUCCI, NICCOLÒ INVIDIA, FEDERICO
SACRIPANTE, RICCARDO SALABÈ

CHAPTER 1 – New Space Economy: An overview of the space's industry evolution...	437
CHAPTER 2 – The polarization of the space system.....	455
CHAPTER 3 – The upstream segment.....	468
CHAPTER 4 – The downstream segment.....	491
CHAPTER 5 – Closing remarks.....	524

SEZIONE POLITICA E RELAZIONI INTERNAZIONALI

LA COMPETIZIONE NELLO SPAZIO: DALLA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE DIFFUSA ALLA COOPERAZIONE SELETTIVA QUALI MODELLI DI SOSTENIBILITÀ? *

MERIEH BEHIRI – GIUSEPPE GALEANDRO – JACOPO MASCHINI
DANIELE TONTI – ELEONORA VESTITO

SOMMARIO: Introduzione. – Capitolo 1: Modelli di cooperazione e competizione nelle attività spaziali. – 1.1. Introduzione. – 1.2. La corsa allo spazio nel contesto della Guerra Fredda e l'accesa competizione USA-URSS. – 1.3. Verso l'utilizzazione dello spazio e l'apertura a nuove forme di cooperazione. – 1.4. La fine della Guerra Fredda tra forme di competizione e cooperazione e la realizzazione della *International Space Station*. – 1.5. Conclusioni. – Capitolo 2: Il dilemma della sicurezza spaziale. – 2.1. Introduzione. – 2.2. Conflitti (di interessi) nello spazio. – 2.2.1. La dimensione della sicurezza per i principali attori spaziali: a) Stati Uniti d'America. – b) Cina. – c) Federazione Russa. – 2.3. I sistemi di difesa spaziale. – 2.4. La sostenibilità delle attività spaziali a lungo termine: sviluppi e prospettive. – Capitolo 3: Aspetti politici e socioeconomici della cooperazione e competizione spaziale. – 3.1. Introduzione. – 3.2. Il ruolo della *Space Diplomacy*. – 3.3. Il contributo della ricerca scientifica: la *Science Diplomacy*. – 3.4. Gli operatori privati. – 3.5. Conclusioni. – Capitolo 4: I Modelli della cooperazione spaziale. – 4.1. Introduzione. – 4.2. La cooperazione diffusa: il COPUOS. – 4.3. La cooperazione spaziale regionale: un confronto tra aree del mondo. – 4.3.1. I fattori che innescano la cooperazione regionale. – 4.3.2. Lo sviluppo della cooperazione spaziale regionale in Africa, Sud-Est Asiatico, Medio Oriente, America Latina ed Europa. – 4.4. La cooperazione selettiva. – Conclusioni.

INTRODUZIONE

Con la fine della Guerra Fredda e l'avvento della cooperazione internazionale diffusa, anche nel settore spaziale abbiamo assistito a fenomeni di distensione tra le due superpotenze, di cooperazione multilaterale strutturata, come la Stazione Spaziale Internazionale, di un ampio utilizzo dei dati satellitari e delle applicazioni spaziali, a dimostrazione di modelli virtuosi che, partendo dai “prodotti” spaziali arrivano ad influire sui processi istituzionali, sociali ed economici (*Space Society*).

Da qui la vasta letteratura sullo spazio, come bene comune dell'umanità, sui benefici dello spazio per l'umanità (assistenza umanitaria, formazione, sviluppo sostenibile, gestione dei disastri), sul principio

* Il presente lavoro è stato redatto sotto la supervisione della Dottoressa Gabriella Arrigo, con il generoso supporto della Dottoressa Marilena Montanari.

di “open data”, sulla *Space Economy* che produce ricchezza e benessere alle nazioni e alle popolazioni.

Ma se le attività spaziali possono creare ricchezza, possono incidere sui modelli politici ed economici, gli Stati allora dovranno controllare i processi, difendere gli *asset*, sviluppare capacità autonome e creare le condizioni per raggiungerle sempre più velocemente. Ecco perché negli ultimi decenni, dopo un periodo di “distensione spaziale”, è ricominciata la “competizione spaziale”: dallo spazio, per lo spazio e addirittura nello spazio; una corsa per il controllo e la difesa, per il primato tecnologico e per affermare il primato politico ed economico.

Questo lavoro analizzerà la storia e lo sviluppo di alcuni modelli di cooperazione spaziale, fino agli attuali programmi spaziali svolti, alcuni in cooperazione, altri in competizione; si indagherà sulle logiche politiche, sugli interessi economici e su alcune misure di sicurezza che caratterizzano la comunità spaziale internazionale; si proverà a capire quali sono i requisiti e i modelli della *leadership* spaziale e della futura sostenibilità delle attività spaziali¹.

¹ *Gabriella Arrigo*, Direttore Affari Internazionali, Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e Direttore scientifico del corso di Master in Istituzioni e Politiche Spaziali, SIOI.

CAPITOLO 1

MODELLI DI COOPERAZIONE E COMPETIZIONE NELLE ATTIVITÀ SPAZIALI

1.1. *Introduzione.*- La competizione e la cooperazione internazionale sono da sempre stati due elementi di fondamentale caratterizzazione dello sviluppo delle relazioni e delle attività spaziali: la prima ha sicuramente caratterizzato l'epoca storica della *corsa allo spazio*, mentre la seconda è il modello a cui gli Stati si rifanno, ai sensi dei Trattati internazionali in materia spaziale delle Nazioni Unite², nell'età contemporanea. In realtà, si tratta di due dimensioni che spesso coesistono, si intrecciano e si alternano, secondo i momenti e le circostanze, determinati dalle differenti politiche e strategie nazionali. Infatti, nonostante la cooperazione internazionale costituisca la base di attività spaziali di successo, la competizione rimane una costante, spesso utile strumento di innovazione scientifica e tecnologica.

Capire come si sia evoluta questa relazione diviene una riflessione necessaria per quanti vogliano comprendere lo scenario spaziale attuale e scoprire i segnali di quello che potrebbe essere il contesto futuro delle attività spaziali.

1.2. *La corsa allo spazio nel contesto della Guerra fredda e l'accesa competizione USA-URSS.*- Se fin dall'antichità i popoli osservavano il cielo e volevano scorgere nei fenomeni astronomici i segni per comprendere il futuro, conoscere l'universo e ottenere dei punti di riferimento per orientarsi sulla superficie terrestre e nella navigazione in mare³, è solo in tempi più recenti che l'uomo ha iniziato ad aspirare di raggiungere lo spazio extra-atmosferico, per esplorarlo e utilizzarlo al fine di migliorare la vita sulla Terra o con la prospettiva di colonizzare altri corpi celesti.

² In particolare, si veda il Trattato sui principi che regolano le attività degli Stati nell'esplorazione e nell'uso dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, nel cui Preambolo troviamo: “*desiderosi di contribuire allo sviluppo di una vasta cooperazione internazionale per quanto concerne gli aspetti scientifici e giuridici dell'esplorazione e dell'utilizzazione, a scopi pacifici, dello spazio extra-atmosferico*» e l'art. III «*Le attività degli Stati contraenti, nel corso dell'esplorazione e dell'utilizzazione dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, devono essere condotte secondo le norme del diritto internazionale, inclusa la Carta delle Nazioni Unite, nell'intento di mantenere la pace e la sicurezza internazionale e di promuovere la cooperazione e la comprensione fra gli Stati*”, aperto alla firma il 27 gennaio 1967.

³ Per maggiori informazioni, si rimanda a C. BRÜNNER, A. SOUCEK, *Outer Space in Society, Politics and Law*, Springer, Wien New York, 2011, pp. 3 ss.

Lo scenario geopolitico, in cui l'esplorazione dello spazio mosse i suoi primi passi, non fu solo quello di una gara per la conoscenza scientifica e il progresso dell'umanità – che venne promosso nel contesto dell'Anno geofisico internazionale del 1957-1958 – ma quello di un vero e proprio campo di contesa tra le due superpotenze vincitrici della Seconda guerra mondiale, l'URSS e gli USA, con lo scopo di affermare la rispettiva superiorità strategica e militare l'una sull'altra e a livello globale⁴.

La *corsa allo spazio* ebbe, infatti, origine nel periodo subito successivo alla fine del secondo conflitto mondiale quando, da un lato, si strutturarono importanti forme di cooperazione a livello internazionale per ricostruire l'Europa e il Giappone e scoraggiare il ripetersi di eventi nefasti come i conflitti internazionali per mezzo dell'istituzione delle Nazioni Unite⁵; dall'altro, vennero a crearsi nuove forme di ostilità a livello globale, dando vita alla c.d. "Guerra Fredda": un conflitto che non vide mai scontri armati diretti, ma che fu guidata dalle due superpotenze e si caratterizzò per la persistente minaccia di una guerra globale tra due blocchi contrapposti, dotati entrambi di sistemi ideologici ed economici molto differenti tra loro, che si riflettevano in divergenti modelli di vita e di sviluppo⁶. Una competizione accesa, non solo nel settore degli armamenti e della tecnologia, ma anche in diverse altre attività sociali ed economiche, come lo sport, l'architettura, l'arte, la moda, la pubblicità e le attività spaziali che eserciteranno una grande suggestione sul vasto pubblico, creando la *Space Age*⁷. La Space Age, infatti non è stata solo un insieme di fattori scientifici e tecnologici, industriali ed economici, ma è stata anche, e forse soprat-

⁴ Cfr. M. SPAGNUOLO, *Geopolitica dell'esplorazione spaziale. La sfida di Icaro nel Terzo Millennio*, Rubbettino, Catanzaro, 2019, pp. 38-39.

⁵ Cfr. R. LALLI, *Building the General Relativity and Gravitation Community During the Cold War*, Springer, Cham 2017, pp. 23-32.

⁶ Infatti, non essendo più legate dal comune nemico nazista, le due grandi potenze, USA e URSS, rivelano grandi divergenze nelle teorizzazioni dei modelli di sviluppo e di ripresa dopo il secondo conflitto mondiale: il primo, basato sul capitalismo americano (e occidentale), il secondo basato sul comunismo sovietico. Entrambe le due potenze intendevano diffondere la propria visione nel mondo e, di conseguenza, monitorare un contenimento di quella avversaria. Questo si concretizzò nella nascita di alcuni stati-satellite dell'URSS tra la fine della guerra e il 1950, voluti da Stalin, e nel progressivo impegno statunitense in Europa, voluto da Truman, al fine di evitare un espansionismo comunista e per «*to support free peoples who are resisting attempted subjugation by armed minorities or by outside pressures*».

Cfr. *Truman's Speech* in D. MCCULLOUGH, *Truman*, Simon & Schuster, New York 1992, pp. 547-549.

⁷ Cfr. M. PANELLA, *Per un Manifesto culturale della Space Economy*, Rivista Mondo, 12 gennaio 2021.

tutto, la competizione sulla superiorità e contaminazione culturale, estetica e narrativa dei fatti e delle persone.

La competizione condusse ad una crescente ricerca e sperimentazione nelle tecnologie di lancio dei missili⁸, impiegate non solo per scopi militari, ma anche come strumento indispensabile per consentire l'accesso allo spazio extra-atmosferico⁹ e, così, dimostrare la superiorità tecnologica¹⁰.

La contesa tecnologica in campo spaziale venne inizialmente vinta dall'URSS, quando, il 4 ottobre 1957, Radio Mosca annunciò il lancio nello spazio del primo satellite artificiale, lo *Sputnik I*, in russo "compagno di viaggio". Si trattava solo di una piccola sfera di metallo di 60 cm di diametro, messa in orbita a 900 km di altezza, eppure, tale evento terrorizzò gli Stati Uniti e tutto il mondo occidentale¹¹. Per gli

⁸ Nota è, a tale riguardo, l'operazione *Paperclip* degli Stati Uniti, il cui obiettivo era quello di sfruttare le risorse intellettuali tedesche per aiutare a sviluppare l'arsenale americano di razzi e altre armi biologiche e chimiche e per garantire che tali ambite informazioni non cadessero nelle mani dell'Unione Sovietica, per mezzo del reclutamento di scienziati tedeschi (tra i quali anche von Braun). Dello stesso tenore fu l'operazione *Osoaviachim* dell'Unione Sovietica, che nell'ottobre 1946 condusse più di 2000 ingegneri tedeschi in Unione Sovietica con le loro famiglie per cooperare agli sviluppi tecnologici militari e per divulgare i risultati scientifici della Germania. Questi uomini erano considerati gli "artiglieri del futuro", nonostante molti di loro fossero semplicemente dei sognatori con idee geniali, similmente ai loro colleghi e contemporanei scienziati del Progetto *Manhattan* per la progettazione della bomba atomica. H. STORMS, *Angel of Attack*, Penguin Books, London 1992, pp. 13, citato in M. SPAGNUOLO, *Geopolitica dell'esplorazione spaziale*. (op. cit.), p. 31.

⁹ Uno dei pionieri dello sviluppo dell'astronautica è il russo Konstantin Tsiolkovsky. La sua opera "*L'esplorazione dello spazio cosmico per mezzo di motori a reazione*", pubblicata nel 1903, costituì il punto zero per gli scienziati di tutto il mondo. La progettazione pratica del primo razzo a propellente liquido avvenne, però, anni dopo, nel 1926, per mano dell'americano Robert Goddard, considerato come colui che diede il via all'era spaziale. Negli stessi anni in Germania il visionario, Hermann Orberth, scriveva *Verso i voli spaziali*, opera nata dalla sua tesi di laurea *I razzi nello spazio interplanetario*, rifiutata per essere troppo utopistica. Allievo di Orberth fu Werner Von Braun, ideatore dei razzi V2 che colpirono Londra e padre del programma spaziale americano.

¹⁰ Interessante è la definizione data da una giovane studiosa della McGill University, la quale ebbe a descrivere così il periodo di maggior antagonismo tra le sue superpotenze nella conquista dello spazio: «*Les premières scènes de la conquête de l'espace ressemblent beaucoup à une partie de ping-pong entre Américains et Soviétiques. Un jeu où les balles prennent la forme de satellites et de vaisseaux spatiaux et où les raquettes deviennent des fusées*», in E. ROBINNE, *Le régime juridique gouvernant la vie et le travail des astronautes dans l'espace*, Tesi di Master of Laws, Institute of Air and Space Law, McGill University, Montréal 1988, p. 2.

¹¹ Questo successo russo era, in realtà, stato preannunciato da Von Braun, che già nel novembre 1956, quando lavorava per conto degli americani, aveva confidato all'astronomo O'Keefe: «*Oggi sappiamo di avere la capacità di andare nello spazio, ma ora ti dirò che sta per accadere. A primavera del prossimo anno, il razzo Vanguard sarà nei guai. E sarà sempre peggio, finché il lancio sarà rinviato del tutto. Nel frattempo, i Russi lanceranno il loro razzo e andranno nello Spazio prima di noi*». La marina statunitense stava, in effetti, da tem-

USA, infatti, quell'evento non rappresentò solo un momentaneo sorpasso sul piano tecnologico: lo *Sputnik* fu il simbolo di una concreta minaccia sul piano militare. Il razzo che mise in orbita il satellite era un missile intercontinentale R-7 modificato e il successo della missione dimostrava che l'URSS avrebbe potuto colpire qualsiasi punto del globo con una testata nucleare lanciata dal proprio territorio.

Da quel momento, infatti, si innescò una reazione a catena che condusse, da un lato, gli Stati Uniti a lanciare in orbita nel febbraio 1958 la prima sonda spaziale (*Explorer I*¹²), ad istituire un'Agenzia spaziale pubblica, la NASA, con un elevato livello di finanziamenti pubblici¹³ per la gestione del programma spaziale nazionale¹⁴ e, ad avviare, il 17 dicembre dello stesso anno, il programma *Mercury*, la prima missione spaziale con equipaggio; dall'altro lato, l'URSS stupì nuovamente il Congresso americano e l'opinione pubblica mondiale,

po lavorando alla realizzazione del razzo Vanguard, ma si trattava di un razzo molto complesso, ben più di quello che Von Braun aveva già ideato. Perché, quindi, non fu subito messo in atto quest'ultimo progetto? Il motivo è squisitamente semplice e umano: gli USA non potevano permettersi che il primo missile lanciato dall'America fosse progettato da un gruppo di ex-nazisti. Questo successo, per essere tale, doveva realizzarsi per mano di americani: americani e basta. Non doveva essere un traguardo dell'umanità né, tanto meno, del Blocco Occidentale. In H. STORMS, *Angel of Attack*, Penguin Books, London 1992, pp. 16, citato in M. SPAGNUOLO, *Geopolitica dell'esplorazione spaziale*, (op. cit.), p. 35.

¹² Meglio noto come Alpha Satellite 1958, fu il risultato del programma statunitense messo a punto a seguito dell'Anno Geofisico Internazionale 1957-58. NASA. GOV, *Explorer I*, <http://history.nasa.gov/sputnik/expinfo.html>, consultato il 19-11-2020. L'*Explorer* ebbe particolare rilevanza per le scoperte scientifiche. Grazie ad esso vennero scoperte, attorno alla Terra, delle fasce di radiazione, chiamate di Van Allen. Esse sono zone dell'atmosfera terrestre composte da particelle cariche provenienti da raggi cosmici e dal vento solare trattenute dal campo magnetico terrestre ad un'altitudine che varia da 10.000 a 65.000 km. Uno degli aspetti più attraenti ed interessanti delle fasce di radiazione è il ruolo che esse ricoprono nella formazione delle aurore polari. C. FERRI, *Le fasce di Van Allen, Sistema solare, L'Astronomia*, 278(2007), 26-35, in Institut de Ciències de l'Espai, http://www.ice.csic.es/personal/ferri/LASTRONOMIA/fasce_van_allen.pdf, consultato il 19-11-2020.

¹³ Negli anni 1961-63 il Congresso americano aumentò il finanziamento della NASA del 101 per cento, il personale passò da 16.500 dipendenti a più di 28.000 ed il numero di *contractors* che lavoravano al programma spaziale crebbe da poco meno di 60.000 a più di 200.000. J.M. LOGDSOM, A. DUPAS, *Fu una vera "corsa" lo sbarco sulla Luna - Le Scienze* ed. italiana di Scientific American gruppo editoriale L'Espresso, Roma 311 (luglio 1994), 32-40.

¹⁴ Il 29 luglio 1958 venne firmato il *National Aeronautic and Space Act* dall'allora presidente Eisenhower e, divenendo operativa, la NASA andò ad assorbire la struttura e la competenza di *NACA* (*National Advisory Committee for Aeronautics*). Tale struttura era stata pensata per far fronte all'esigenza di affrontare la sfida per la conquista dello spazio che contrapponevano gli americani ai sovietici nel quadro della guerra fredda. Per maggiori informazioni: NASA. GOV, *National Aeronautics and Space Act* <http://history.nasa.gov/>, consultato il 19-11-2020.

quando, il 12 aprile 1961, riuscì a lanciare il primo veicolo spaziale intorno alla Terra, con in orbita il cosmonauta *Yuri Gagarin*, grazie alla navetta spaziale *Vostok I* progettata da *Sergei Korolev*.

La corsa allo spazio si fece sempre più frenetica e la competizione tra le due superpotenze sempre più accesa: tre settimane dopo il volo di Gagarin, il 5 maggio 1961, l'astronauta *Alan Shepard* venne lanciato con un razzo *Redstone* nella navetta spaziale *Freedom 7*, divenendo il primo americano nello spazio. Il 25 maggio 1961, il Presidente *John Kennedy* annunciò che gli Stati Uniti avrebbero inviato gli esseri umani sulla Luna prima della fine del decennio¹⁵, presentando il programma *Apollo* come lo strumento che avrebbe ridato alla nazione il riconosciuto prestigio. Subito dopo, prima che un astronauta americano riuscisse a compiere un volo orbitale¹⁶, l'Unione sovietica inviò il secondo cosmonauta nello spazio, il Maggiore *Stepanovič Titov*, che compì 16 orbite, invece, dell'unica che era riuscito ad effettuare *Gagarin*. Inoltre, nel 1963 *Valentina Terechkova*, pilota del *Vostok 6*, divenne la prima donna nello spazio, e il 18 marzo 1965 *Alexey Leonov*, nella missione *Voskhod 2*, fu il primo essere umano a condurre una *Extra-Vehicular Activity (EVA)*. Gli impressionanti successi sovietici volevano dimostrare la superiorità ideologica del socialismo scientifico¹⁷.

Ci si accorse ben presto, però, che i programmi spaziali stavano divenendo sempre più ambiziosi ed impegnativi da realizzare, a causa dell'alta percentuale di rischio di fallimento, della messa in pericolo di vite umane e, di conseguenza, delle ripercussioni sul piano delle responsabilità¹⁸ e degli impatti economici.

In questo clima di accesa competizione, peraltro, all'ombra di una imminente minaccia atomica, ci furono confortanti tentativi di cooperazione. Addirittura, il Presidente Kennedy si spinse, nel suo celebre

¹⁵ Il Presidente affermò: «*I believe that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the moon and returning him safely to the earth. No single space project in this period will be more impressive to mankind, or more important for the long-range exploration of space; and none will be so difficult or expensive to accomplish*», Cfr. JOHN KENNEDY, *Special Message to the Congress on Urgent National Needs*, May 25, 1961.

¹⁶ Si trattava di John Glenn, che il 20 febbraio 1962 riuscì ad operarlo per mezzo della navetta *Mercury*.

¹⁷ Cfr. C. BRÜNNER, A. SOUCEK, *Outer Space in Society (op. cit.)*, pp. 73 ss.

¹⁸ Si veda, a titolo d'esempio la tragedia del 27 gennaio 1968, quando all'interno dell'Apollo 204 installato sulla rampa di lancio di Cape Kennedy, un improvviso incidente provocò la morte dei tre astronauti Grissom, White e Chafee, durante la simulazione di volo.

discorso all'Assemblea Generale delle Nazioni Unite del 1963, a proporre un programma lunare congiunto con l'Unione Sovietica¹⁹.

La necessità di una cooperazione internazionale nelle attività spaziali, guidata anch'essa da considerazioni di natura politica, era sentita universalmente. Infatti, nel 1958, solo un anno dopo il lancio dello *Sputnik*, nacque il *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* (COPUOS) delle Nazioni Unite, con l'ambiziosa missione di "*review the scope of international cooperation in peaceful uses of outer space, to devise programmes in this field to be undertaken under United Nations auspices, to encourage continued research and the dissemination of information on outer space matters, and to study legal problems arising from the exploration of outer space*"²⁰. Nonostante le difficoltà di bilanciamento tra l'interesse collettivo e quello degli Stati spaziali²¹, il Comitato riuscì a negoziare e produrre, in poco più di un decennio di lavori, i cinque Trattati internazionali sulle attività spaziali che sono ancora oggi alla base delle iniziative e dei progetti di cooperazione spaziale bilaterale e multilaterale.

Nel frattempo, anche Canada, Gran Bretagna e Francia lanciarono i loro primi satelliti e l'Italia non avrebbe tardato a unirsi a loro. In più, Gran Bretagna, Francia, Cina ed India portarono con successo propri esperimenti scientifici in orbita. La competizione spaziale, così come avvenne in altri settori, iniziò a delineare gli equilibri mondiali, le forme e le modalità della cooperazione anche per i decenni successivi.

Gli Stati Uniti intensificarono gli sforzi per realizzare l'obiettivo prefissato dal Presidente Kennedy ed il 20 luglio 1969, *Neil Armstrong*, *Edwin Eugene Aldrin* e *Michael Collins*, a bordo dell'*Apollo 11*, entrarono dapprima nell'orbita lunare, per poi atterrare sul suo suolo. La frase più celebre di questa storica impresa, "*That's one small step for man, one giant leap for mankind*"²², profetizzò l'evoluzione che ci sa-

¹⁹ Da un suo discorso: «*Finally, in a field where the United States and the Soviet Union have a special capacity-in the field of space-there is room for new cooperation, for further joint efforts in the regulation and exploration of space. I include among these possibilities a joint expedition to the moon*», Cfr. JOHN KENNEDY IN *the 18th General Assembly of the United Nations*, September 20, 1963.

²⁰ Così in UNGA, *Resolution 1348 (XIII)* del 1958 e in UNGA, *Resolution 1472 (XIV)* del 1959.

²¹ Cfr. S. MARCHISIO, *Il diritto delle attività spaziali nell'era della cooperazione*, in A. FOLCO BIAGINI, M. BIZZARRI, *Spazio. Scenari di collaborazione. Note di diritto internazionale*, Passigli ed., Firenze 2013, p. 12.

²² N. ARMSTRONG, *Frase celebre pronunciata al momento dell'atterraggio sul suolo lunare*, 20 luglio 1969.

rebbe stata nel giro di pochi anni.

Se per gli americani significava la supremazia del loro programma spaziale su quello sovietico (che aveva subito una battuta d'arresto dopo la morte di *Sergej Pavlovič Korolëv* nel 1966), il mondo intero, quel giorno, capì che lo spazio era accessibile e l'uomo poteva ampliare gli orizzonti del conosciuto e spostare i confini della conquista.

1.3. *Verso l'utilizzazione dello spazio e l'apertura a nuove forme di cooperazione.*- La prima fase della competizione per la conquista dello spazio sembrava essersi conclusa. Con essa, infatti, l'interesse per le attività spaziali si circoscrisse progressivamente agli addetti ai lavori e andò scemando il grande entusiasmo da parte del vasto pubblico.

Gli anni Settanta e Ottanta furono segnati da una serie di missioni di lunga durata da parte degli astronauti, che utilizzarono i laboratori orbitanti – del programma *Salyut*²³ per l'URSS e del programma *Skylab* per gli USA²⁴ - per missioni di sperimentazione scientifica, oltre che di riconoscimento militare. Nello stesso periodo, gli scienziati statunitensi e sovietici intrapresero studi planetari con sonde spaziali, come il *Viking* su Marte, il *Voyager* su Giove, Saturno e Urano, e il *Venera* su Venere²⁵.

In questo periodo, i programmi di cooperazione all'interno dei due blocchi vennero utilizzati principalmente per rafforzare le alleanze e aumentare il prestigio nazionale. Il fattore economico fu cruciale per le nazioni "minori", considerato che poche di queste avevano le risorse

²³ Il programma *Salyut* prevedeva l'invio in orbita di stazioni spaziali per finalità civili e militari. Questo avvenne fino al 1985 e, nonostante la pubblica giustificazione di sperimentazione scientifica e osservazione della Terra per la prevenzione del danno ambientale, esse vennero utilizzate, in segreto, per attività militari di spionaggio. Configurata come unico modulo cilindrico fornito di pannelli solari, erano dotate di un punto di attracco per le navette *Soyuz*, che facevano da spola con le postazioni a terra per i rifornimenti. Questa prima tipologia di stazione, con una struttura ancora spartana e poco confortevole per i passeggeri, permise la realizzazione di una serie di esperimenti e l'osservazione della reazione del corpo umano alla gravità zero, a cui veniva esposto per lunghi periodi http://www.russianspaceweb.com/spacecraft_manned_salyut.html, del 19-11-2020.

²⁴ Lanciata in orbita nel 1973, questa stazione fu di dimensioni enormi rispetto al corrispondente sovietico (35 m di lunghezza e 6,7 m di diametro solo per il modulo principale, contro i 16 m di lunghezza e 4,15 m di diametro del secondo esemplare). Nonostante fosse stata progettata per ospitare un equipaggio di tre astronauti, fu sproporzionatamente troppo grande rispetto al necessario. Purtroppo, non venne utilizzata a lungo, anche a causa del mal di spazio di cui soffrirono i membri dell'equipaggio. NASA.GOV, *Skylab, Our First Space Station*.

²⁵ Per maggiori informazioni, si veda R. V. V. PETRESCU, *Space Probes*, in *Journal of Mechatronics and Robotics*, (2019)3, pp. 301-343.

se per condurre un progetto spaziale autonomo. La partecipazione, pertanto, a un progetto spaziale costituiva per i piccoli paesi una fonte di prestigio nazionale ed internazionale, oltre che di relazioni privilegiate con la Superpotenza di riferimento. Sul versante sovietico, il programma *Intercosmos* permise, per esempio, ai cosmonauti di Cecoslovacchia, Polonia, Germania dell'Est, Bulgaria, Ungheria e Romania, ma anche di Cuba, Vietnam e Mongolia, una volta addestrati, di volare a bordo delle missioni *Soyuz*. Sul versante americano, il progetto della stazione spaziale *Freedom*, negli anni '80, avrebbe aggregato agli Stati Uniti, l'Europa, il Canada e il Giappone.

Nello stesso tempo, però, ci furono anche iniziative di avvicinamento tra le due superpotenze motivate dal tentativo di distensione e di allentamento di una minaccia di distruzione reciproca che pesava psicologicamente ed economicamente su entrambe le Parti. Il più noto avvicinamento tra le due superpotenze si concretizzò nel celebre programma *Apollo-Soyuz*: l'*Apollo* americano e il *Soyuz* sovietico, navette spaziali progettate per lo sviluppo delle manovre orbitali e di aggancio, vennero coordinate in una missione, volta a conseguire maggior esperienza nei *rendez-vous* spaziali e nelle attività di *docking* e dimostrare che gli equipaggi potevano essere trasferiti dal veicolo spaziale di una Nazione a quello di un'altra per condurre insieme esperimenti scientifici²⁶. L'esperimento culminò con la prima stretta di mano nello spazio, avvenuta il 17 luglio 1975, tra i due Comandanti *Thomas Stafford* and *Alexey Leonov*²⁷. La missione ricevette l'elogio del Presidente *Gerald Ford* e del Segretario Generale del Partito Comunista, *Leonid Brežnev*. Pochi ricordano, tuttavia, un elemento singolare e unico nel suo genere: gli americani parlavano in russo al personale della *Soyuz* ed i sovietici parlavano in inglese a quelli

²⁶ La missione *Apollo-Soyuz* iniziò al cosmodromo di Baikonur, in Kazakhstan. L'astronave *Soyuz 19* venne lanciato il 15 luglio 1975, portando i cosmonauti Alexey Leonov e Valery Kubasov e qualche ora dopo lo seguì l'*Apollo* lanciato dal NASA *Kennedy Space Center* con a bordo gli astronauti Thomas Stafford, Vance Brand e Donald Slayton. Nei due giorni successivi al lancio le due navette furono impegnate in attività di aggiustamenti orbitali e l'attracco delle due navette venne raggiunto il 17 luglio. In quest'occasione i portelli dei due veicoli si aprirono ed i due equipaggi spaziali si salutarono calorosamente. Questo fu l'inizio ufficiale di attività spaziali condotte in comune tra le due superpotenze prima rivali. NASA. GOV, *The Apollo-Soyuz Mission*.

²⁷ Il 24 maggio 1972 fu firmato a Mosca, da Nixon e Kossygin, un accordo su una generica cooperazione spaziale tra USA e URSS. I preparativi per la missione furono oggetto di continui rallentamenti, a causa di incomprensioni, per la lingua differente, e di difficoltà tecniche, per il difforme materiale di volo utilizzato. In ogni caso, la realizzazione dell'iniziativa ricevette forti eco positivi da parte dell'opinione pubblica e della comunità internazionale da www.treccani.it/enciclopedia/esplorazione-dello-spazio

dell'*Apollo*. La cooperazione e la condivisione tra gli equipaggi sembrava riuscita.

Non era ancora l'inizio di una nuova era di cooperazione, perché questa sarebbe arrivata nei primi anni '90 con un altro *docking* storico, quello del Programma *Shuttle-Mir*, erano, tuttavia, episodi che gettavano le basi per una transizione graduale dalla competizione ideologica alla cooperazione internazionale, che presto si rivelò utile e vantaggiosa per entrambe le Parti.

Questa cooperazione scaturì da una serie di fattori determinanti, quali la natura duale dei progetti spaziali, ossia l'orientamento delle realizzazioni spaziali verso lo sviluppo prioritario di sistemi civili che consentissero di soddisfare requisiti militari solo in ricaduta, e l'utilità economica di condividere le scoperte scientifiche e tecnologiche per un progressivo sviluppo di tutti. Per gli americani vi era anche un'altra necessità dettata da un temporaneo stop all'esplorazione umana: il programma *Apollo* era terminato proprio con il *docking Apollo-Soyuz* e gli astronauti sarebbero tornati in orbita soltanto nel 1981 con il lancio del primo *Shuttle*. Era quindi la maniera più facile per cercare di "controllare" i programmi spaziali della controparte.

Tuttavia, nulla sarebbe potuto accadere se non grazie a profonde trasformazioni e contraddizioni che, in maniera diversa, erano emerse nella Comunità internazionale. Da un lato, lo sviluppo di un dialogo che si stava strutturando in seno alle Nazioni Unite, in particolare, al COPUOS, col tentativo di controllare le leve della competizione e frenare l'escalation di un'irrazionale parata militare; dall'altro, i costi eccessivi dei programmi spaziali, in particolare del programma *Apollo*, che necessitavano di essere razionalizzati, perché la politica non riusciva più a giustificare quelle spese²⁸.

Infatti, seppur la documentazione relativa alle spese spaziali sovietiche non fosse trasparente e non permettesse una facile comparazione con quelle statunitensi, la disparità degli investimenti sovietici e americani emerse da una dichiarazione del Capo delle forze armate sovietiche, Gen. *M. Moiseyev*, che nel 1989 evidenziò un budget annuale del programma spaziale di circa 6,9 miliardi di rubli (circa 4 mi-

²⁸ Il costo finale del programma fu annunciato durante un congresso del 1973 ed è stato calcolato in 25,4 miliardi di USD, nonostante l'iniziale previsione di 7 miliardi di USD. Cfr. C. Dreier, *A new accounting for Apollo: how much did it really cost?* June 17, 2019, in <https://www.thespacereview.com/article/3737/1>.

liardi di dollari)²⁹. Secondo fonti della NASA, in quello stesso anno, invece, il budget allocato per scopi civili fu di 11 miliardi di dollari (lo 0,96% del budget federale, ben lontano dal picco del 4,41% del 1966). L'Unione Sovietica, seconda economia mondiale, bruciò l'iniziale vantaggio tecnologico, anche se con minore budget militare e civile, a causa della mancanza di fondi strutturali e varie inefficienze organizzative. Per alcuni storici, gli investimenti nella corsa allo spazio contribuirono alla crisi economica che dalla fine degli anni '70 portò gradualmente alla dissoluzione dell'URSS³⁰.

In quell'equilibrio tra la necessità di cooperare per un uso pacifico dello spazio extra-atmosferico e la bramosia di acquisire vantaggi strategici, prese piede una nuova forma di cooperazione che coinvolse altri attori internazionali. Per alcuni analisti, gli americani misero in campo la propria diplomazia spaziale per coinvolgere maggiormente gli alleati europei, in modo da far loro investire maggiori risorse, in cambio di un graduale e controllato trasferimento tecnologico che avrebbe consentito di diminuire il carico sul budget federale in favore di investimenti in altri capitoli di spesa.

L'Europa giocò un ruolo importante in questa transizione, visto che proprio nel 1975 nacque l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), che prese forma dalla proposta del Ministro dell'industria britannico, *Michael Heseltine*, durante la *European Space Conference* del 1972: un progetto spaziale comune, pur nella salvaguardia degli interessi nazionali³¹. L'ESA tracciò così la strada verso una cooperazione regionale diffusa con due peculiarità significative: il finanziamento obbligatorio dei programmi scientifici da parte di tutti gli Stati membri in funzione del PIL e il principio del "giusto ritorno" geografico, secondo cui gli investimenti nazionali sottoscritti ritornano allo Stato investitore sotto forma di contratti industriali. Agli Stati membri fu concesso anche di

²⁹ Cfr. J. OBERG, *Oberg Corner. Trouble in Star City*, in <http://www.astronautix.com/troubleinstarcity.html>, consultato il 4-12-2020.

³⁰ Cfr. S. GEROVITCH, "Why Are We Telling Lies?" *The Creation of Soviet Space History Myths*, in *The Russian Review*, Vol. 70, No. 3 (July 2011), pp. 460-484.

³¹ La Convenzione istitutiva dell'ESA venne firmata a Parigi il 30 maggio 1975 e da essa emerge chiaramente che l'Agenzia spaziale europea era stata concepita quale successore dell'ESRO (Organizzazione europea per la ricerca spaziale) e dell'ELDO (Organizzazione europea per la messa a punto e la costruzione di vettori di oggetti spaziali), così come statuito dall'art. XXI.2 della Convenzione ESA. L'Agenzia spaziale europea avrebbe ampliato le competenze e le attività delle Organizzazioni precedenti, mantenendo però la struttura e la natura intergovernativa, retta da un Consiglio e dal Direttore generale. Per maggiori informazioni, si veda F. VON DER DUNK, F. TRONCHETTI, *Handbook of Space Law*, Edward Elgar pub., Cheltenham – Northampton 2015, pp. 211 ss.

concludere accordi bilaterali con l'ESA stessa, nella misura in cui lo Stato membro avesse necessità di un supporto tecnico nello sviluppo di progetti nazionali.

All'interno dello stesso blocco occidentale, tuttavia, la cooperazione in campo spaziale fu tutt'altro che scontata, e non tanto per motivazioni geopolitiche, quanto per ragioni prettamente commerciali. Emblematico fu l'*affaire Symphonie*³², che coinvolse USA, Francia e Germania e contribuì a convincere l'Europa della necessità di dotarsi di capacità di lancio autonome.

1.4. *La fine della Guerra Fredda tra forme di competizione e cooperazione e la realizzazione della International Space Station (ISS).*- Gli anni Ottanta e Novanta furono caratterizzati dallo sviluppo di nuovi programmi spaziali che avrebbero poi accelerato il processo di trasformazione verso la *Space Economy*, elemento caratterizzante il nuovo Millennio. La Francia potenziò il programma di lancio *Ariane*³³ (il volo inaugurale fu del 1979 ma il progetto era stato uno dei punti cruciali dei negoziati per la creazione dell'ESA già nel 1973³⁴), la Cina costruì i vettori *Lunga Marcia*, l'India progettò i *Satellite Launch Vehicles (SLV)* nelle sue varie versioni, Brasile e Argentina avviarono percorsi di cooperazione "selettiva" con varie agenzie nazionali.

Allo stesso modo, anche i programmi sovietici e americani proseguirono. Nel 1986, in piena *Perestroika*, l'Unione Sovietica effettuò il primo dei 7 lanci che portarono, nel 1996, al completamento della prima stazione spaziale modulare della storia, denominata *Mir* (in russo "pace"), nonostante i rallentamenti dovuti a cancellazioni di lanci durante la crisi post-sovietica³⁵. La *Mir*, rimasta in orbita fino al 2001,

³² Si trattava di un satellite, costruito in cooperazione tra Germania e Francia, per rispondere alle esigenze della prima di trasmettere in mondovisione i Giochi Olimpici del 1972 e alle necessità della seconda di fornire di sistemi di comunicazioni le rotte marittime tra la Francia e i dipartimenti d'oltremare. Al momento del lancio, il lanciatore *Europa* della *European Launcher Development Organization (ELDO)* non era pronto e gli europei dovettero rivolgersi alla NASA per acquistare un razzo americano. Al momento della sottoscrizione del contratto di lancio, il governo statunitense pretese che *Symphony* fosse usato solo per sperimentazioni e non per vendere i propri canali di trasmissione in competizione con la Intelsat. Cfr. M. SPAGNUOLO, *Geopolitica dell'esplorazione spaziale. La sfida di Icaro nel Terzo Millennio*, Rubbettino, Catanzaro 2019, pp. 54-55.

³³ B. HARVEY, *Europe's Space Programme: to Ariane and beyond*, Springer Praxis Books, London 2003, p. 174.

³⁴ DURAND - DE JONGH, *De la fusée Veronique au lanceur Ariane – une histoire d'hommes (1945-1979)*, Stock, Eugene 1998, p. 284.

³⁵ Lanciata da un razzo *Proton*, la *Mir* divenne operativa il 15 marzo 1986. I due membri dell'equipaggio che alloggiarono inizialmente in essa, *Kimiz* e *Soloviev*, andarono successi-

ospiterà astronauti di varie nazioni trasportati anche dallo *Shuttle* americano e costituirà negli anni seguenti un brillante esempio di cooperazione internazionale.

Dal canto loro, gli Stati Uniti avviarono, sempre negli anni Ottanta, una cooperazione selettiva con "*friends and allies*"³⁶ per la realizzazione di una piattaforma spaziale orbitante e abitata, in orbita bassa intorno alla Terra, che sarebbe poi divenuta il più importante programma di cooperazione spaziale internazionale multilaterale. Gli Stati che decisero di rispondere all'appello del Presidente *Reagan*, lo fecero per motivi precisi. Il Giappone credeva fermamente che fosse necessario partecipare attivamente a questo programma per accrescere la propria conoscenza nella costruzione di strutture orbitanti abitabili e, così, il governo giapponese stabilì uno *Space station Program Task Force* sotto lo *Space Development Committee*, organo consultivo del Primo Ministro incaricato di studiare la struttura giuridica della partecipazione al programma ISS³⁷. L'Agenzia Spaziale Canadese stava partecipando allo *Space Shuttle Program* della NASA, sviluppando un sistema di braccio robotico per agganciare ed ancorare navicelle cargo e orientare, dall'interno dello *Shuttle*, le azioni del mezzo spaziale, pertanto, il Canada considerò il programma della stazione spaziale internazionale come un'estensione dell'esperienza dello *Space Shuttle*³⁸. L'Agenzia Spaziale Europea stava sviluppando un programma per la conduzione di esperimenti spaziali in orbita e per l'osservazione dello spazio. In particolare, nella cooperazione con la NASA, l'ESA aveva già condotto esperimenti spaziali utilizzando il precedente laboratorio

vamente ad occupare, il 6 maggio 1986, la stazione spaziale *Salyut 7*, grazie al veicolo spaziale *Soyuz T-15* compiendo il primo trasferimento ad essere effettuato da una stazione spaziale ad un'altra. Il 23 aprile 1986 una navicella automatica *Progress 26* restò attraccata alla *Mir* come "scialuppa di salvataggio" e gli equipaggi continuarono a succedersi nelle missioni. Il 29 dicembre 1987, *Yuri Romanenko* batté il precedente record di durata nello spazio con 326 giorni passati a bordo della *Mir*. Tale complesso orbitale fu costituito da una stazione di base di più di 60 tonnellate per una cinquantina di metri e dotato da sei porte d'attracco, che permettevano l'aggiunta fino a 5 moduli specializzati abitabili e un più grande modulo a cui un'altra navicella poteva attraccarsi. Essa cessò di essere operativa e venne fatta deorbitare e rientrare nell'atmosfera, per essere disintegrata, il 23 marzo 2001, quando la sua struttura di 134 tonnellate si sciolse al di sopra del Pacifico Meridionale. RUSSIANSPACEWEB, *Highlights of Mir's Spectacular Years*, http://www.russianspaceweb.com/mir_chronology.html

³⁶ Cfr. R. REAGAN, *1984 State of the Union Address*, <https://www.reaganlibrary.gov/archives/speech/address-joint-session-congress-state-union-january-1984>

³⁷ Cfr. JAXA.JP, *History of the ISS project*, https://iss.jaxa.jp/iss/history/index_e.html

³⁸ Si veda CANADA.CA, *Canada and the International Space Station*, <https://www.canada.ca/en/space-agency/news/2016/01>.

americano *Spacelab* ed *EUREKA*, una piattaforma lanciata e recuperata dallo *Space Shuttle*. ESA considerò, pertanto, il programma ISS come un'estensione del programma *EUREKA* e come banco di prova della cooperazione tra Stati europei nella ricerca e tecnologia spaziale e nelle loro applicazioni, conformemente a quanto disposto dall'art. 2 della Convenzione ESA³⁹.

La condivisione degli intenti dal punto di vista politico venne rinsaldata attraverso la conclusione di tre *Memoranda of Understanding* (MOU) nel 1985, che delinearono una forma di cooperazione “*hub and spokes*” tra NASA e gli altri attori partecipanti: tra NASA ed ESA, tra NASA e il governo giapponese e tra NASA e il *Canadian Ministry of State for Science and Technology* (MOSST). Bisogna sottolineare che la messa a punto del progetto fu oggetto di numerose critiche da parte della collettività: scienziati, ingegneri, alcune parti delle diverse amministrazioni statali e l'opinione pubblica, in generale, ritenevano che la Stazione fosse troppo costosa per i pochi ritorni scientifici ed economici. Ciò nonostante, il progetto, che inizialmente avrebbe dovuto chiamarsi *Freedom*, proseguì perché fortemente voluto dal governo americano e nel 1986 vennero avviati i negoziati per la conclusione di un accordo intergovernativo (IGA) che venne finalizzato il 29 settembre 1988. Esso venne completato da *Memoranda of Understanding* tra le Agenzie spaziali ed *Implementing Arrangements* per gli aspetti di dettaglio relativi all'attuazione e all'utilizzazione della struttura.

Un meccanismo giuridico complesso e sofisticato per dar forma e solidità ad una cooperazione spaziale internazionale di lunga durata, per la sua progettazione, il suo sviluppo e la sua utilizzazione, come laboratorio spaziale abitabile, da posizionarsi in un'orbita terrestre a 400 km di quota. Il tipo di legame, instaurato tra le Parti, prese il nome di *Association Véritable* o *Genuine Partnership*⁴⁰, pur non essendo definito e rimanendo ambiguo circa l'apporto di ciascun *Partner*: non era chiaro se l'obiettivo sarebbe stato costruire una stazione spaziale internazionale, oppure definire le modalità di coinvolgimento nella creazione di una stazione spaziale americana.

³⁹ Cfr. A. FARAND, *La station spatiale et son régime juridique*, in cur. N. MATEESCO MATTE, *Annales de droit aérien et spatial* (XV), McGill, Montreal 1990, 309-329.

⁴⁰ Così affermato all'art. 1 dell'IGA, nelle lingue ufficiali francese e inglese, e commentato da G. LAFFERRANDERIE, *Les accords relatifs à une station spatiale internationale. Analyse et commentaire*, in *Revue Générale de Droit International Public*, Avril 1989.

Tale accordo, conclusosi nel 1988, venne rinegoziato all'inizio degli anni Novanta, quando, il 16 dicembre 1993, la Federazione Russa venne formalmente invitata ad inserirsi nella *Partnership*: gli ingenti costi per la realizzazione della struttura e la crisi economica, che aveva spinto il neo-Presidente USA *Clinton* ad impegnarsi per ridurre il debito federale, portarono gli Stati Uniti a voler includere nel programma di cooperazione anche la Russia, che nel frattempo aveva maturato una grande esperienza nella realizzazione di stazioni spaziali. Considerato che le tensioni politiche tra le due superpotenze si erano allentate con la fine della Guerra Fredda, si decise che la stazione spaziale sarebbe stata internazionale, e non solamente americana con il contributo di pochi e scelti *Partners*, da qui il nome di *International Space Station ISS*.

L'entrata della Russia nel progetto della ISS richiese una modifica degli strumenti giuridici, la cui negoziazione si concluse con la firma dell'*ISS Inter-governmental Agreement (IGA)* nel 1998⁴¹. Inoltre, dal 1994 al 1997, NASA e l'Agenzia Spaziale Russa negoziarono e conclusero un *Memorandum of Understanding* simile nella struttura a quelli conclusi dalla NASA con le altre Agenzie cooperanti nel 1988; accordi questi ultimi che, a loro volta, furono modificati in parallelo per integrare tutte le nuove caratteristiche del programma.

Nonostante il concetto originale di stazione spaziale integrata fosse stato conservato anche in questo secondo processo di negoziati, molte caratteristiche della cooperazione vennero modificate, nell'obiettivo di rendere effettivo il concetto di *Genuine Partnership*. Pur confermandosi il ruolo-guida degli Stati Uniti, la Russia fece pressione perché si riconoscesse un suo ruolo di direzione che riflettesse sia l'importanza qualitativa, che quella quantitativa dei suoi contributi al programma. L'idea di istituire un Consiglio Internazionale sulla Stazione Spaziale, le cui decisioni vincolassero i *Partners* in modo ge-

⁴¹ Infatti, l'accordo del 1988 non prevedeva clausole specifiche sull'ampliamento del partenariato, per questo accesa fu la discussione sulla modalità giuridica da utilizzare per inserire il nuovo *Partner* nella cooperazione. In realtà, l'idea originaria considerava l'aggiustamento dell'accordo del 1988 attraverso un Protocollo: per assicurare una certa continuità dell'IGA concluso, si volevano apporre solo quei cambiamenti strettamente necessari per l'inserimento della Russia nella compagine. Nel corso dei negoziati, tuttavia, la via del Protocollo si rivelò giuridicamente impraticabile e così l'IGA originale venne sostituito da un nuovo accordo intergovernativo. Cfr. A. FARAND, *The Space Station Cooperation Framework*, in *ESA Bulletin*, No. 94, May 1998, in <http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet94/FARAND.pdf>, consultato il 30-12-2020.

rarchico, fu subito ostacolata dagli americani⁴². Il concetto di *Genuine Partnership*, tuttavia, rappresenta il perno su cui ruota tutta la disciplina giuridica del programma della ISS: questo divenne rilevante sia per la designazione dei soggetti responsabili, che per il finanziamento delle parti della struttura e per i diritti di utilizzazione della stessa, inclusi quelli relativi all'invio di astronauti di nazionalità diverse a bordo. Si stabilì che ciascuno *Partner* era responsabile di ciò che finanziava e forniva e che la rispettiva Agenzia spaziale nazionale veniva incaricata dell'attuazione di segmenti diversi della stazione, in base a ciò per cui il suo Stato si era impegnato.

Il nuovo IGA, firmato il 29 gennaio 1998, appare, come il precedente del 1988, un "trattato chiuso": l'inclusione di nuovi Stati Parte e le significative evoluzioni del programma richiesero, infatti, una riapertura dei negoziati tra i *Partners*, mentre il coinvolgimento di *Partecipanti* esterni, statali o non statali nell'utilizzazione della struttura, si decise, necessitava una previa notifica e il consenso di tutti i *Partners* del programma, in conformità con l'art. 9.3 dell'IGA. Questo indica chiaramente che la cooperazione creata con il programma di Stazione Spaziale Internazionale, seppur fosse ampia, in realtà è di natura selettiva.

All'interno dell'IGA è, inoltre, innovativa la distinzione tra quelli che sono i *Partner States* ed i *Partners*, in modo particolare per i *Partner* Europei. È interessante, infatti, la partecipazione degli Stati membri dell'ESA. Quest'ultima, in qualità non solo di Agenzia Spaziale, ma anche di Organizzazione Intergovernativa (OI) dotata di personalità giuridica internazionale, ha potuto concludere l'accordo in veste di *Partner* costitutivo del programma. L'IGA è stato firmato da undici Stati membri dell'ESA partecipanti al programma facoltativo sulla ISS e ciò ha implicato che ciascuno Stato membro dell'ESA fosse libero di scegliere se partecipare al programma e in quale forma e misura. Questo aspetto arricchisce il modello di cooperazione creato per la ISS: se in generale, si è configurata una cooperazione di tipo selettivo per decisione congiunta di tutti i *Partners* del programma, in Europa, la cooperazione regionale in seno all'ESA, è avvenuta su basi

⁴² Cfr. G. LAFFERRANDERIE, *Les accords relatifs à la station spatiale internationale. Analyse et commentaire*, in *Revue Générale de Droit International Public*, Avril 1989.

volontarie. Il singolo Stato membro dell'ESA è stato libero di partecipare o meno all'iniziativa⁴³.

Le sorti oggi della ISS sembrano andare gradatamente verso l'utilizzazione commerciale da parte dei privati. Un processo di commercializzazione, almeno da parte USA, iniziato ormai da tempo. Nel giugno 2019 la NASA ha pubblicamente annunciato che le aziende private avrebbero potuto servirsi di "astronauti privati", soggiornare per brevi periodi a bordo della ISS e condurre attività commerciali, che vanno dalla realizzazione di prodotti in assenza di peso, all'organizzazione di campagne pubblicitarie nello spazio. In realtà, la NASA aveva già appaltato i servizi di rifornimento della stazione orbitante a *SpaceX* e alla *Orbital ATK* e aveva già deciso di affidare il trasporto dei suoi astronauti a veicoli commerciali. Il primo di questi è stato *Crew Dragon-2 Endeavour* di *Space X*, lanciato il 2 agosto 2020 con a bordo il primo equipaggio di astronauti NASA.

Appare naturale che il passo successivo sarà quello di affidare gradualmente a *partner* privati l'intera gestione della stazione, almeno la parte americana. L'azienda americana *AXIOM* sarà la prima compagnia a sviluppare moduli spaziali abitati commerciali, prima agganciati alla Stazione Spaziale Internazionale e, in seguito, ad orbitare indipendentemente. Questa operazione permetterà a NASA di non rimanere senza un punto operativo in orbita bassa (LEO) e, contemporaneamente, di potersi concentrare sui prossimi obiettivi lunari e marziani⁴⁴.

Ma anche gli altri *partner* della ISS dovranno decidere cosa fare della propria parte: la Stazione Spaziale Internazionale si sta gradualmente avvicinando alla fine della sua vita operativa e trasferire le sue operazioni al settore privato può essere un modo per allungarne la vita ma, soprattutto, per stimolare lo sviluppo di una vera economia dello spazio. Le aziende private potranno utilizzarla come banco di prova per le tecnologie da utilizzare in futuro, ad esempio per costruire la

⁴³ Cfr. A. FARAND, *The Space Station Cooperation Framework*, in *ESA Bulletin*, No. 94, May 1998, in <http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet94/FARAND.pdf>, consultato il 30-12-2020.

⁴⁴ Alla luce di questa visione, la NASA, il 28 gennaio 2020, ha stilato un accordo con la compagnia privata *Axiom Space* per l'utilizzo del boccaporto anteriore del modulo *Harmony* (Nodo 2) sulla ISS a cui far agganciare un proprio modulo privato. In pratica, dove ora si trova il *PMA-2* (*Pressurized Mating Adapter*) sarà agganciato il primo modulo, l'*Axiom Node One* (*AxNI*). Questo potrebbe avvenire già nel 2024 e verrebbe seguito, negli anni successivi da altri due moduli, l'*Habitation Module* (*AxH1* e 2) e da una *Cupola*, ancora più spettacolare di quella già sulla ISS, che assieme formerebbero l'*Axiom Segment* della ISS. Questo primo complesso potrebbe ospitare fino ad otto astronauti per periodi più o meno lunghi.

“Stazione Lunare”, per preparare l’atterraggio sulla superficie del nostro satellite e per estrarne le risorse minerarie.

Ciò che si può dire con certezza è che il modello più complesso di cooperazione elaborato in ambito tecnico e giuridico è stato proprio quello della stazione spaziale internazionale^e: per costruirla sono stati necessari 42 voli di assemblaggio, ha ospitato più di 100 astronauti di 18 nazionalità, e circa 1700 esperimenti di numerosi paesi, è stata ritenuta talmente tanto di successo che si è pensato da parte degli Stati Uniti di estendere l’IGA all’esperienza di *Lunar Gateway*.

Dalla cooperazione spaziale per la ISS è emerso quanto la collaborazione potesse essere vantaggiosa: ciascun *Partner* poteva acquisire la propria autonomia spaziale e indipendenza tecnologica attraverso l’esperienza spaziale maturata nelle missioni degli astronauti, nella consapevolezza che i grandi obiettivi si raggiungono grazie alla collaborazione tra più Paesi.

La fine della Guerra Fredda e il periodo di relative relazioni pacifiche sul piano internazionale avevano ribaltato il presupposto che aveva portato l’uomo sulla Luna: la superiorità non si esercitava più soltanto sul piano militare, ma attraverso il potere economico e le nuove prospettive commerciali delle aziende private che cominciavano ad affacciarsi sul mercato spaziale internazionale.

Infine, giova qui sottolineare che la fine del bipolarismo ha aperto un nuovo scenario internazionale che ha visto la presenza delle nazioni più piccole che hanno scoperto le potenzialità della tecnologia spaziale e dei relativi benefici socio-economici: Paesi africani, sudamericani e asiatici hanno cominciato ad essere consapevoli dei vantaggi politici che lo spazio può offrire loro, in termini di sviluppo sostenibile e di lungo periodo.

1.5. *Conclusioni.* - La complessità di avventurarsi nello spazio, di mantenere in vita gli esseri umani in un ambiente ostile o di raggiungere luoghi lontani nel sistema solare si è nel tempo tradotta nella necessità di sviluppare tecnologie avanzate, che richiedono un investimento elevato. La cooperazione internazionale si è, dunque, concretizzata nella forma più adeguata di distribuzione dei costi per la realizzazione delle tecnologie impiegate tra i *partner* della stessa impresa spaziale.

La panoramica storica sviluppata in questo capitolo ha dimostrato come la cooperazione spaziale sia stata sempre legata alla competizione: gli sviluppi tecnologici sono derivati da interessi primariamente

militari e molte delle competenze e delle tecnologie sviluppate hanno costituito, e lo sono tuttora, preziosi *asset* strategici, che si sostanziano nel desiderio degli Stati di assicurarsi una certa influenza politica, nonché il dominio su altri Stati.

Un incentivo alla cooperazione emerso, in particolar modo negli ultimi decenni, è quello legato all'insicurezza dei *budget* nazionali, influenzati dalla diminuzione o dalla fluttuazione dell'interesse politico per le attività spaziali. L'insicurezza del *budget* è divenuta, dunque, un incentivo a cercare nuove modalità per assicurarsi la realizzazione di programmi futuri e per ridurre l'onere finanziario nazionale attraverso la condivisione a livello internazionale.

In conclusione, molto sembra cambiato nella cooperazione spaziale internazionale rispetto al suo periodo pioneristico. Le modalità di interazione e di collaborazione tra i Governi e le Agenzie spaziali nazionali sono molte e diversificate. Ciò nonostante, la competizione non è scomparsa dal panorama spaziale. Oggigiorno, essa sembra essere ritornata più forte ed estesa.

Ancora oggi, cooperazione e competizione giocano un ruolo significativo nelle relazioni internazionali. L'abilità politica, o meglio la *Space Diplomacy*, consiste nel saper anche bilanciare questi due elementi in modo da massimizzare costi e benefici delle attività spaziali.

CAPITOLO 2

IL DILEMMA DELLA SICUREZZA SPAZIALE

2.1. *Introduzione.*- Alla fine di maggio del 2020, mentre l'opinione pubblica mondiale era tutta concentrata sulle fasi iniziali della gestione di una pandemia globale, un evento straordinario ha aperto gli occhi di tutti su obiettivi a lungo termine dell'umanità. La compagnia privata statunitense *Space X*, guidata da *Elon Musk*, ha portato due astronauti americani sulla Stazione Spaziale Internazionale utilizzando la capsula *Crew Dragon-Endeavour* ed il vettore riutilizzabile *Falcon 9*, dimostrando di essere un'alternativa all'unica navicella russa, *Soyuz*, in grado di compiere la medesima impresa. Quest'ultima era rimasta, infatti, l'ultimo vettore capace di trasportare l'equipaggio a bordo della Stazione Spaziale Internazionale, dopo il termine del programma della NASA, *Space Shuttle*, nel 2011.

L'ingresso dei privati nel business spaziale è certamente un enorme *booster*, in termini di pragmaticità ed ottimizzazione delle risorse, e la rinnovata indipendenza USA per l'invio di esseri umani nello spazio apre scenari da seguire attentamente.

Impossibile non vedere il parallelismo con altre esplorazioni avvenute pochi secoli prima, in ambienti all'epoca altrettanto misteriosi e inospitali, come le distese oceaniche. Quelle esplorazioni condotte da eroici viaggiatori e finanziate da potenti monarchie hanno disegnato il mondo come lo vediamo oggi. Allora è lecito pensare che ciò a cui assisteremo nei prossimi decenni, potrebbe cambiare di nuovo radicalmente gli assetti geopolitici del nostro pianeta, coinvolgendo anche gli oggetti celesti nello spazio extra atmosferico?

Ogni "grande strategia"⁴⁵ implica l'impiego sinergico di tutte le risorse di una nazione o di un gruppo di nazioni per il conseguimento di un obiettivo politico e oggi più che mai appare evidente che tra queste risorse rientrino le capacità di controllo del dominio spaziale.

⁴⁵ Il termine *Grand Strategy*, largamente impiegato nelle analisi strategiche, stato definito per la prima volta nel 1967 dal Colonnello H.B. LIDDEL HARD, *Strategy: The Indirect Approach*, Faber, London 1967.

L'impresa di *Space X* segna, con ogni probabilità, la fine di un ventennio di collaborazione tra USA e Russia per il trasporto di astronauti da e verso la Stazione Spaziale Internazionale, ma questo potrebbe essere solo uno degli indizi del ritorno alla competizione spaziale tra vecchie e nuove potenze.

2.2. *Conflitti (di interessi) nello spazio.* - Sin dal lancio dello *Sputnik* nel 1957, la valutazione delle potenzialità militari è sempre stata determinante per lo sviluppo di applicazioni spaziali. I primi programmi costituirono, sin dalle prime battute, il prodotto di una sfida tecnologica promossa dalle due superpotenze USA e URSS. Gli sviluppi tecnologici realizzati in ambito spaziale, considerati "*Spin-off*" in altri domini, non potevano essere disgiunti da interessi militari, in particolare con riferimento al lancio di missili balistici intercontinentali, e probabilmente non furono alieni da prospettive commerciali.⁴⁶

Tuttavia, solo con la Guerra del Golfo furono messe in evidenza le potenzialità delle applicazioni spaziali per la condotta delle operazioni militari, tanto da parlare di "*space enabled war*". Infatti, nell'aprile 1991, il Segretario Generale delle Nazioni Unite, *Javier Pérez de Cuéllar*, evidenziò il limite dell'ONU nel non possedere propri mezzi d'osservazione e nella dipendenza dalle informazioni raccolte dagli Stati che partecipavano alle operazioni. Il vantaggio strategico dimostrato dagli Stati Uniti e dai suoi alleati spinse molti altri Paesi a cercare di sviluppare propri sistemi di osservazione satellitare o di acquisire l'accesso a satelliti di osservazione della Terra⁴⁷.

Da allora, i conflitti in Kosovo, Afghanistan, Iraq e Medio Oriente hanno dimostrato come l'uso "militare" dello spazio sia divenuto ormai essenziale per la condotta di interventi bellici.

Ormai, il peso di uno Stato si può anche misurare attraverso il suo *space power*⁴⁸, ovvero dalla capacità di un attore statale o non-statale di realizzare i propri scopi e obiettivi in presenza di altri attori sullo scenario internazionale, attraverso il controllo e lo sfruttamento dell'ambiente spaziale.⁴⁹

⁴⁶ Cfr. I. VLASIC, *The Legal Aspects of Peaceful and Non-Peaceful Uses of Outer Space*, in B. JASANI, ed., *Peaceful and Non-Peaceful Uses of Space: Problems of Definition for the Prevention of an Arms Race*, Taylor & Francis, New York 1991, pp. 39-40.

⁴⁷ R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, in IAI, 2011, p. 52.

⁴⁸ Cfr. *Ibidem.*, p. 56.

⁴⁹ Cfr. J. HYATT, *Space Power 2010*, Maxwell AFB, US Air Command and Staff College, 1995, p. 9.

2.2.1. *La dimensione della sicurezza per i principali attori spaziali: a) Stati Uniti d'America.*- Sotto l'Amministrazione *Trump* gli USA hanno definito lo spazio come *warfighting domain* e la *Space Force* è diventata la sesta branca indipendente delle forze armate. Il 18 febbraio 2019, infatti, il Presidente *Donald Trump* ha emanato la *Space Policy 25 Directive n.4*⁵⁰, che dispone l'istituzione della *Space Force*, quale sesta branca delle Forze Armate all'interno del Dipartimento delle Forze Aeree. Nella premessa della direttiva si legge: «*Lo spazio è parte integrante della nostra sicurezza nazionale e della guerra moderna sebbene i sistemi spaziali USA abbiano storicamente mantenuto un vantaggio tecnologico rispetto a quelli dei nostri potenziali avversari, che stanno ora migliorando le loro capacità spaziali e sviluppando mezzi per negare il nostro uso dello spazio in situazioni di crisi o conflitto*». Si tratta in realtà di una prosecuzione dell'esperienza dello *Space Command* dell'aeronautica americana, fondato nel 1982⁵¹. Gli USA hanno sentito, dunque, la necessità di proteggere i propri interessi ed i propri investimenti extra-atmosferici con equipaggiamenti dedicati e personale specializzato per questo unico scopo.

In un ulteriore documento, pubblicato a giugno 2020, il *Defense Space Strategy Summary*, il Dipartimento della Difesa americano sottolinea come lo spazio sia ormai «*un distinto campo da combattimento che richiede modifiche a livello politico e industriale, oltre che nuove strategie e ingenti investimenti*»⁵². Nello stesso documento si evidenzia che, al fine di garantire una risposta militare audace in caso di aggressione, lo *space power* americano dove porsi i seguenti obiettivi di difesa: il mantenimento della superiorità spaziale, anche attraverso *partnership* commerciali; la fornitura del supporto spaziale in operazioni militari nazionali e congiunte; la garanzia della stabilità spaziale ergendosi a *leader* mondiale nella corretta gestione della dimensione spaziale⁵³.

Nel contesto attuale, come sottolineato nel documento, le minacce più immediate e di massima allerta sono rappresentate dalla Cina e dalla Russia, nonostante cresca l'attenzione nei confronti di Paesi quali Corea del Nord e Iran; tali Paesi, infatti, hanno raggiunto un buon livello di maturità tecnologica nella guida di missili balistici, che pos-

⁵⁰ *Text of Space Policy Directive-4: Establishment of the United States Space Force.*

⁵¹ Vedi AIR FORCE SPACE COMMAND, <https://www.afspc.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/249014/air-force-space-command>

⁵² Vedi US DEPARTMENT OF DEFENSE, *Defense Space Strategy Summary*, June 2020

⁵³ *Ibidem*

sono facilmente trasformarsi in armi antisatellite e stanno creando un modello di *governance* e sistemi di alleanze che permettono di entrare a far parte di progetti pan-nazionali.

La dottrina militare degli Stati Uniti identifica gli strumenti del potere nazionale con l'acronimo DIME (*Diplomatic, Informational, Military, Economic*) e nella pianificazione delle operazioni militari si prevedono azioni congiunte su questi quattro pilastri per dar vita alla propria strategia⁵⁴. Oggi gli USA vogliono riappropriarsi, infatti, di quella *leadership* militare che li ha portati, in un certo senso, a vincere la Guerra Fredda, mantenendo un atteggiamento di *space power* dominante. A questo fine, spingono sul fattore diplomatico "D" del paradigma DIME, promuovendo la conclusione di accordi bilaterali, a cominciare dai Paesi alleati, a discapito del multilateralismo delle Nazioni Unite. Negli ultimi anni si iniziano, inoltre, a prendere in considerazione altri strumenti di potere quali la finanza, l'*intelligence* e l'anticrimine (*Financial, Intelligence and Law enforcement - FIL*), rendendo possibile l'unione dei due paradigmi in una forma ibrida DIME- FIL.⁵⁵ Tuttavia, qualsiasi sia l'acronimo in uso, lo spazio appare come un campo trasversale a molti di questi strumenti che permettono l'esercizio del potere di uno Stato.

La strategia americana in questo scenario risulta di rilevanza economica, oltre che politica, perché il fine è quello di recuperare il vantaggio competitivo perso nell'uso dello spazio, in linea con la dottrina Trump di "*American first!*" e che proseguirà, seppur con metodi e toni diversi, probabilmente anche con l'Amministrazione Biden⁵⁶.

Il 15 maggio 2020, in piena emergenza Covid-19, la NASA annunciava gli *Artemis Accords*, finalizzati a raccogliere il consenso di "nazioni affini" per il ritorno sulla superficie lunare. I Principi *Artemis* si presentano come uno strumento di cooperazione intergovernativa, ma sono molto diversi dall'IGA della ISS, perché si tratta di un set di principi politici, non vincolanti, anche se sottoscritti in forma bilaterale da governi o agenzie spaziali che si rifanno esplicitamente e concretamente al Trattato sullo Spazio del 1967. Gli *accords* costitui-

⁵⁴ Vedi U.S. JOINT CHIEFS OF STAFF, Joint Operation Planning, Joint Publication 5-0 ed. 16 June 2017 – pp. I-15, F-1, F-5, in https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp5_0_20171606.pdf, consultato il 22-12-2020.

⁵⁵ Cfr. R. BARNETT, K. OSKARRSON, *The Effectiveness of DIMEFIL Instruments of Power in the Gray Zone*, Open Publications 1, no. 2 (2017)

⁵⁶ Cfr. A. MAURO, *In economia anche per Biden sarà America first*, in <https://www.huffingtonpost.it>

scono un *framework* di principi condivisi, finalizzati a creare un ambiente sicuro, con regole trasparenti, per facilitare l'esplorazione civile, le attività scientifiche e commerciali intorno alla Luna e sulla sua superficie, così come su altri corpi celesti. Questa cornice giuridica è aperta all'adesione di tutti i Paesi che ne condivideranno i principi⁵⁷.

L'operazione a guida USA non è sfuggita ai Russi, tanto da portare il Direttore dell'agenzia spaziale Roscosmos, *Dmitry Rogozin*, a commentare: «*The principle of invasion is the same, whether it be the Moon or Iraq. The creation of a 'coalition of the willing' is initiated*». ⁵⁸

L'idea alla base del progetto è quella di costruire una stazione orbitante attorno alla Luna. Una delle ipotesi architetture si poggia sul cosiddetto *Lunar Gateway*, una piccola stazione orbitante composta da moduli come punto di appoggio per le procedure di trasferimento di personale e materiali da e verso la superficie del satellite. Il *Gateway* sarebbe utile perché posizionato in un'orbita molto eccentrica che, da un punto di vista fisico e orbitale, permetterebbe di risparmiare carburante e faciliterebbe gli sbarchi e le partenze da e per altri corpi celesti. Sarà un vero e proprio porto di attracco per la *deep space exploration*. Gli obiettivi principali saranno: le *Crewed Missions*, ossia missioni umane cis-lunari e sulla superficie lunare; la fornitura di strumenti utili per la ricerca scientifica; l'utilizzo e la dimostrazione dell'utilità delle tecnologie, impiegate per le missioni sulla Luna, per l'esplorazione poi di Marte e dello spazio profondo; lo sviluppo di partenariati tra la NASA e altri attori a livello industriale e internazionale.⁵⁹

b) *Cina*. - Nell'ultima decade, la Cina ha spostato il proprio baricentro verso obiettivi spaziali più imponenti. Nel 2010 il Paese ha condotto con successo oltre 200 lanci orbitali. Le capacità civili, militari e commerciali sono in rapida crescita e i suoi piani per il 2021 ri-

⁵⁷ NASA.GOV, *Artemis Accords*, in <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords>, consultato il 14-01-2021.

⁵⁸ Cfr. J. ROULETTE, "Star Trek, not Star Wars": NASA releases basic principles for moon exploration pact, in <https://www.reuters.com/article/us-space-exploration-artemis-idUSKBN22R2Z9>.

⁵⁹ Cfr. W. GERSTENMAIER, J. CRUSAN, *Cislunar and Gateway Overview*, in https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/cislunar-update-gerstenmaier-crusan-v5a_tagged_0.pdf.

velano l'intenzione di posizionare in orbita più di 60 satelliti con oltre 40 lanci⁶⁰.

Il programma spaziale civile cinese si concentra sulla sua rete di satelliti di posizionamento globale *BeiDou*. È stata recentemente completata la costellazione *BeiDou-3* basata su 3 satelliti geostazionari che si affiancano ai 24 in MEO (*Medium Earth orbit*) e ai 3 in IGSO (*Inclined Geo Synchronous Orbit*) per fornire la posizione sulla Terra con una precisione di pochi centimetri.⁶¹ A breve verrà, inoltre, sviluppata la costellazione satellitare di telerilevamento *Gaofen*⁶².

Al 2007 risale la prima missione lunare, *Chang'e 1*⁶³, rimasta per 15 mesi in orbita attorno al satellite. Il programma è poi proseguito fino al *soft landing* di *Yutu-2*⁶⁴, sul lato nascosto della Luna, nel gennaio 2019. La missione, esplicitamente mirata all'analisi geologica del suolo lunare, vedrà nelle sue fasi successive l'invio di campioni sulla Terra e la costruzione di una stazione di ricerca sulla Luna entro il 2030. Appare abbastanza evidente la sovrapposizione con le intenzioni del programma americano *Artemis*, basato sul presupposto che l'abilità di estrarre ed utilizzare risorse sulla Luna, Marte e gli asteroidi sarà di vitale importanza per la sicurezza e lo sviluppo dell'esplorazione spaziale.

Dal punto di vista delle relazioni internazionali, mentre gli Stati Uniti con gli *Artemis Accords* si sono rivolti ai Paesi alleati, la Cina ha rivolto la sua attenzione ai Paesi in via di sviluppo e, in particolare, al continente africano, come vedremo quando parleremo più avanti della cooperazione selettiva. L'obiettivo di Pechino è arrivare, alla pari degli Stati Uniti, nello spazio militarmente, diplomaticamente, commercialmente ed economicamente. Se la Cina continuasse a raggiungere i suoi obiettivi spaziali dichiarati, potrebbe essere l'unico Paese, estro-

⁶⁰ A. JONES, *China's CASC targets more than 40 space launches in 2021*, January 4, 2021, <https://spacenews.com/chinas-casc-targets-more-than-40-space-launches-in-2021/>, consultato il 16-01-2021.

⁶¹ Cfr. G. VESPIA, *BeiDou: completata una nuova costellazione di satelliti*, in <https://www.astronautinews.it/2020/06/beidou-completata-una-nuova-costellazione-di-satelliti>, consultato il 5-01-2021.

⁶² Si tratta di un programma quinquennale del CNSA (*China National Space Administration*) che prevede il lancio di satelliti ottici per l'Osservazione della Terra ad alta risoluzione.

⁶³ La sonda, lanciata da Xichang, è rimasta in orbita lunare fino al 2009 permettendo la raccolta di immagini per la creazione di una mappa lunare.

⁶⁴ Il rover *Yutu-2* è stato rilasciato dalla sonda *Chang'e 4* ed ha iniziato l'esplorazione del lato nascosto della Luna, percorrendo finora oltre 600 metri, cfr. XINHUANET.COM, *China's lunar rover travels about 600 meters on moon's far side*, in <http://www.xinhuanet.com/english/2020-12/22/c>

messo dagli Stati Uniti dalla ISS, ad avere una stazione spaziale attiva, con tre moduli, in orbita bassa, nel 2022. La stazione spaziale cinese, invece, è aperta a tutti i Paesi, soprattutto a quelli in via di sviluppo, come ha annunciato la *China Manned Space Agency* (CMSA), dopo l'accordo siglato con l'Ufficio degli Affari Spaziali delle Nazioni Unite (UNOOSA) il 31 marzo 2016 a Vienna.⁶⁵

La *Digital Silk Road*, altro imponente progetto su scala pancontinentale, avrà come obiettivo la costituzione di una *cyber-community* globale sino-centrica. La promozione di sistemi come il nuovo *data-center* di telerilevamento a Fuzhou per fini militari tra gli Stati della BRI è ormai diffusa⁶⁶. Un accordo del 2013 con il Pakistan e gli accordi con le province dello Shandong, Fujian, Zhejiang, Shanghai, Guangdong e Jiangsu e i Paesi ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations Countries*) sono un esempio di questo *trend* di cooperazione attraverso le applicazioni e i servizi spaziali. Inoltre, la *Forza di supporto strategico* (SSF) dell'Esercito Popolare di Liberazione (PLA), che è un nuovo servizio delle forze armate cinesi istituito alla fine del 2015, è gestore delle minacce informatiche, elettroniche e psicologiche, oltre che responsabile della maggior parte delle missioni nel quadro dello "*space warfare*".⁶⁷ La politica spaziale cinese consente a Pechino di continuare a sviluppare capacità militari nello spazio e di promuovere l'influenza regionale sostenendo, tuttavia, a livello pubblico, il concetto di demilitarizzazione dello spazio, in linea con i principi del Trattato sullo Spazio del 1967 (OST).

L'eccezionale dinamismo del Paese va di pari passo con una grande opacità per quanto riguarda la condivisione di informazioni sulla trasformazione dell'*hardware* e *orgware* delle attività dei sistemi spaziali, contribuendo così a generare accesi dibattiti e preoccupazioni all'interno della comunità spaziale internazionale sulle reali intenzioni del "dragone" nel cosmo. Per contro, le linee di indirizzo *software* sono maggiormente esposte e condivise in una serie di documenti uffì-

⁶⁵ WU PING, *China Manned Space Programme: Its Achievements and Future Developments*, Speech at the 59th Session of COPUOS, Vienna, 2016, in <https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/2016/copuos2016tech20E.pdf>, consultato il 20-12-2020.

⁶⁶ La BRI (*Belt and Road Initiative*) è un progetto volto all'aumento della connettività e dell'integrazione internazionale della Cina non solo sul piano infrastrutturale, logistico e commerciale, ma anche culturale, energetico e finanziario fino a diventare un vero e proprio strumento di politica estera con il Continente europeo, l'Africa e l'America Latina.

⁶⁷ Cfr. SPACEWATCH ASIA PACIFIC MAGAZINE, *Chinese Space Wars: U.S. Intelligence Report Outlines Beijing's Space Warfare Preparations*, gennaio 2019;

ciali, l'ultimo dei quali pubblicato il 27 dicembre 2016 dall'Ufficio informazioni del Consiglio degli affari di Stato sotto forma di *White Paper* dal titolo "*China's Space Activities in 2016*".⁶⁸ Come si afferma nel documento, l'obiettivo di fondo del programma spaziale cinese è quello di trasformare la Cina in una potenza spaziale su tutti i fronti; un'autorità, cioè, le cui attività spaziali stimolino scoperte scientifiche e innovazioni tecnologiche indigene, sostengano uno sviluppo economico e sociale di alta qualità, contribuiscano a garantire la sicurezza nazionale, promuovano il ruolo della Cina nei progetti di cooperazione internazionale e, più in generale, concorrano alla realizzazione dell'ormai onnipresente "sogno cinese della grande rinascita nazionale".⁶⁹

c) *Federazione Russa*.- Dopo la dissoluzione dell'Unione Sovietica, la Russia ha ereditato da essa sia la maggior parte delle vaste infrastrutture spaziali, sia il posto tra le potenze spaziali globali⁷⁰. Da allora, il Paese ha mantenuto un ruolo di primo piano nello spazio globale, gestendo la terza più vasta flotta di satelliti in orbita, fungendo da *partner* fondamentale nei voli spaziali umani e gestendo strategiche basi di lancio, il tutto affrontando un bilancio federale non sempre chiaro e situazioni di corruzione interna largamente diffusa.

Per un grande Paese come la Federazione Russa, l'armamento nello spazio è il principale pericolo militare e nella sua deterrenza risiede la possibilità di ricoprire un'importante posizione da mediatore all'interno dell'arena internazionale. Il *Trattato internazionale sulla prevenzione del posizionamento di armi nello spazio esterno*, la cui proposta venne presentata da rappresentanti russi e cinesi nel 2008 e nel 2014 alla Conferenza sul Disarmo delle Nazioni Unite, voleva andare in tal senso, nonostante la resistenza dagli Stati Uniti alla prosecuzione dei negoziati per la mancanza di un meccanismo di verifica.

In questo scenario fluido si sta evolvendo prepotentemente il concetto di *hybrid warfare*, introdotto dalla NATO nel decennio scorso e che vede il conflitto spostarsi su campi non convenzionali. La Guerra Fredda si era basata su un confronto tipicamente militare, di corsa agli armamenti, sfociata anche nella conquista dello spazio. Ma oggi è ormai evidente che un nuovo conflitto non può che essere tecnologico con obbiettivi economici e commerciali. La Russia oggi investe in *Ki-*

⁶⁸ Cfr. XINHUA NEWS AGENCY, *China's Space Activities 2016*.

⁶⁹ *Ibidem*.

⁷⁰ Cfr. M. TARASENKO, *Transformation of the Soviet Space Program after the Cold War*, in *Science & Global Security* 4 (1994) n. 3, pp. 339-361.

netic Physical, Non-Kinetic Physical, Electronic e Cyber Weapons mantenendo una rete di telescopi, radar e altri sensori in grado di rilevare e localizzare satelliti e altri oggetti spaziali. Mosca ha sviluppato la tecnologia di disturbo GPS e può interferire con i satelliti e la loro capacità di trasmettere messaggi tra forze terrestri. Il 25 novembre 2019 la Russia ha lanciato un piccolo satellite, *Cosmos 2543*, in quella che il Ministero della Difesa russo ha descritto come una semplice azione di monitoraggio. Due settimane dopo, *Cosmos 2543* ha eseguito una manovra orbitale per sincronizzarsi con *USA 245* (quello che si ritiene essere un satellite del *National Reconnaissance Office* (NRO) degli USA). Osservatori satellitari amatoriali, che registrano e condividono le osservazioni satellitari *online*, hanno notato che *USA 245* ha eseguito una manovra di emergenza, forse per evitare *Cosmos 2542*. A gennaio 2020, *Cosmos 2542* ha manovrato nuovamente verso il satellite spia americano, questa volta arrivando a una distanza di 50 km; il giorno dopo, *USA 245* ha fatto un'altra manovra, allontanandosi ulteriormente dal satellite russo. In un'intervista a *SpaceNews*, il generale *John Raymond*, Comandante del Comando spaziale statunitense e Capo delle operazioni della *Space Force*, ha confermato l'approccio ravvicinato, aggiungendo che credeva fosse assolutamente intenzionale⁷¹.

L'*hacking* dei satelliti o delle stazioni di terra può impedirne l'utilizzo da parte degli avversari e un semplice laser sparato su un satellite in orbita terrestre bassa lo può accecare o disabilitare. Il laser *Perevstet*, impiegato alla fine del 2018, è stato progettato proprio per attaccare i satelliti nemici; da molti anni detiene una *Space Force* formata da elementi delle forze aeree e della difesa missilistica, che nel 2015 è stata unificata nella *Aerospace Force* sotto un unico comando per aumentare l'efficienza del loro uso attraverso una più stretta integrazione.

Inoltre, negli ultimi anni la Russia è diventata autrice costante di attacchi *cyber*, interferenze e *spoofing* dei segnali PNT e delle comunicazioni satellitari in varie zone di conflitto, nei territori limitrofi e all'interno dei propri confini. I governi stranieri accusano regolarmente la Federazione di avanzare una guerra cibernetica internazionale diffusa. Nel dominio spaziale, un gruppo di *hacker* con collegamenti al Servizio di sicurezza federale russo, chiamato "Turla", ha dirottato i servizi Internet dei vecchi satelliti commerciali sin dal 2007. Più re-

⁷¹ Cfr. S. ERWIN, *Space surveillance technologies a top need for U.S. military*, in <https://spacenews.com/space-surveillance-technologies-a-top-need-for-u-s-military>

centemente, dal 2017 al 2019, Turla si è infiltrata in agenzie governative e società private in più di venti Paesi secondo i rapporti del *British National Cyber Security Center* e della *US National Security Agency*. Nell'aprile 2015, una rete televisiva satellitare francese è stata vittima di un attacco collegato a un altro gruppo di *hacker* russo noto come *APT 28*. Sempre nel 2015, lo stesso gruppo ha ottenuto l'accesso alla rete di computer di una stazione televisiva britannica, senza manomettere i sistemi di programmazione. Gli attacchi informatici russi contro governi statali e organizzazioni internazionali si estendono ben al di fuori del settore spaziale. Paesi come Estonia, Ucraina, Stati Uniti, Regno Unito, Francia, Germania, Kirghizistan e Paesi Bassi hanno sollevato proteste. Nell'agosto 2019, il Segretario Generale della NATO, *Jens Stoltenberg*, ha affrontato in modo specifico le nefaste attività della Russia nel campo cibernetico in un editoriale sui rinnovati sforzi della NATO per la sicurezza informatica.

2.3. *I sistemi di difesa spaziale.* - Oggi sono ben pochi i sistemi di difesa che possano dirsi indipendenti da sistemi spaziali. I satelliti permettono funzioni come lo scambio di dati, la localizzazione e l'osservazione della Terra, con prestazioni tali da renderli spesso insostituibili e la transizione verso sistemi *unmanned* aerei, marittimi e terrestri rendono l'accesso allo spazio sempre più un prerequisito essenziale per garantire le funzioni di difesa del territorio e degli interessi nazionali a livello globale.

Le prime armi antisatellite hanno fatto la loro comparsa già durante la Guerra Fredda⁷², ma dallo scorso decennio la minaccia è diventata sempre più realistica e diffusa. Oltre agli USA, anche Cina, Russia ed India hanno testato con successo sistemi missilistici ASAT su propri satelliti come prova di forza. Al di là del dibattito internazionale e delle critiche che sono emerse sull'aumento considerevole del numero di *debris* post-esplosione, il cuore della questione è se tali armi possano essere utilizzate e fino a che punto possono essere determinanti in un conflitto. La verità è che oggi i Trattati delle Nazioni Unite in ambito spaziale contrastano la *weaponization* dello spazio, come nel caso del Trattato sullo spazio extra-atmosferico del 1967, che all'art.4 prescrive espressamente il divieto di un uso militare dello Spazio e della Luna, soltanto in caso di armi di distruzione di massa e di insediamenti militari sui corpi celesti, ma non esiste un espresso di-

⁷² Cfr. P. GRIER, *The Flying Tomato Can*, www.airforcemag.com/article/0209tomato.

vieta di militarizzazione e “arsenalizzazione” delle orbite. Esistono bensì limiti tecnologici che ancora oggi non rendono efficaci i missili ASAT per la distruzione di satelliti ad alta quota: i propellenti solidi non hanno *range* di azione elevati, mentre quelli liquidi hanno più autonomia ma sono soggetti a una riduzione dell’effetto sorpresa per l’aumento del tempo di preparazione in piattaforma di lancio.

Proprio a tal proposito, alcuni analisti danno una chiave di lettura futuristica anche del *Lunar Gateway* ancora in fase di realizzazione: la posizione strategica permetterebbe di utilizzarlo non solo ai fini dell’esplorazione spaziale, ma anche come possibile spazioporto, al sicuro da possibili attacchi anche con le più performanti armi antisatellite⁷³. Ora, al di là delle possibili speculazioni, è evidente che l’uomo, sotto il profilo tecnologico, fra qualche anno potrà spingersi nel *deep space* e, soprattutto, potrà installare basi spaziali orbitanti o di superficie, fungenti da piattaforma logistica per proiettare capacità militari e industriali.

Pur senza considerare queste inquietanti capacità *hard kill*, la minaccia all’accesso allo spazio può derivare da sistemi più discreti, ma non per questo meno insidiosi. Le capacità di intercettare, decodificare o disturbare le comunicazioni satellitari ed i sistemi di navigazione (*jamming*) stanno diventando anch’essi dominio di ambiziose potenze regionali e il loro utilizzo in situazioni di crisi potrebbe realisticamente configurarsi come un atto ostile, con tutte le conseguenze che ne derivano.

Poiché oggi la vita quotidiana sulla Terra gira attorno al mondo delle telecomunicazioni, negli ultimi anni i governi e le agenzie spaziali di tutto il mondo si stanno affannando a trovare le giuste contromisure, sviluppando programmi di *cyberspace security* in grado di schermare i propri satelliti.

Paradossalmente, queste possibili minacce incutono maggiore timore per le superpotenze rispetto ai missili *hit-to-kill*, perché anche governi privi di ASAT possono attaccare i sistemi di difesa e di telecomunicazione delle superpotenze attraverso l’impiego di esigui sforzi economici che sono davvero irrisori rispetto al costo degli stessi satelliti. In realtà, tali minacce possono sopraggiungere sia in orbita agendo direttamente sul *software* del satellite, sia a terra sui terminali delle stazioni di controllo dove le protezioni di autenticazione sono a volte facilmente vulnerabili. Tra le possibili azioni di attacco informatico, le

⁷³ Cfr. U. GUIDONI, *Viaggiando oltre il cielo*, Rizzoli BUR, Milano 2014.

più temute sono lo *spoofing* dei *feed* di informazioni, modificando ad esempio le informazioni sull'esatta posizione geografica al fine di rendere inutili i missili teleguidati o perfino la navigazione satellitare civile, e il *denial of service*.

Per tutti questi motivi, oggi, stiamo andando verso nuove frontiere della difesa cibernetica e dell'innovazione nella progettazione di nuovi satelliti. Da un lato, infatti, l'idea è applicare i sistemi di crittografia quantistica per le comunicazioni sicure in orbita e di spostare i server di Internet sullo spazio; dall'altro lato, si cerca di miniaturizzare maggiormente i satelliti e distribuire le informazioni in forma di costellazioni per rendere più difficili gli attacchi balistici e minimizzare gli effetti dell'attacco su un singolo satellite⁷⁴.

Da tutto questo deriva la necessità, sempre più stringente, di garantire una sicurezza dello spazio e dallo spazio, di assicurare cioè l'incolumità degli oggetti messi in orbita e di mantenere le modalità di utilizzo degli stessi su di un piano strettamente inoffensivo. In tale contesto sono rilevanti le parole espresse dall'ex Segretario di Stato americano sotto l'Amministrazione Trump, *Mike Pence*, al Pentagono: «*The space environment has fundamentally changed in the last generation. What was once peaceful and uncontested is now crowded and adversarial*»⁷⁵.

La nascita della *Space Force* all'interno delle forze armate americane a fine 2019 è un segnale chiaro. Quella statunitense è la prima forza armata esclusivamente spaziale, ma non è certo la prima volta che sente la necessità di una specializzazione in tale ambito all'interno di un sistema di difesa nazionale. La Russia ha creato un servizio spaziale all'interno delle Forze Armate fin dalla loro fondazione nel 1992⁷⁶, ereditando le competenze di un analogo Ministero sovietico risalente addirittura al 1982, e dopo vari scioglimenti e rifondazioni assume definitivamente nel 2015 la denominazione di "Forze aerospaziali russe" (VKS).

⁷⁴ S. KOSIAK, *Small Satellites in the Emerging Space Environment*, in <https://www.cnas.org/publications/reports/small-satellites-in-the-emerging-space-environment>, consultato il 23-12-2020.

⁷⁵ In WHITE HOUSE.GOV, *Remarks by Vice President Pence on the Future of the U.S. Military*, in <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/remarks-vice-president-pence-future-u-s-military-space/>, consultato il 23-12-2020.

⁷⁶ EUROCONSULT VOLUME STUDY, *Space Industries and Markets in Russia and Other Countries of the Former Soviet Union*, in *Space Policy & Industry in CIS Countries*, Vol. 1 (1993).

In Cina, la Forza di supporto strategico (SSF) dell'Esercito Popolare di Liberazione (PLA) costituisce un nuovo servizio delle forze armate cinesi istituito alla fine del 2015 ed è gestore delle minacce informatiche, elettroniche e psicologiche, oltre che responsabile della maggior parte delle missioni nel quadro dello "space warfare"⁷⁷.

L'India possiede una *Defence Space Agency* interforze dal 2018⁷⁸ e la Francia ha creato il suo *Space Command* nel 2019⁷⁹, mentre Regno Unito, Australia e Iran gestiscono componenti delle Forze Armate dedicate al dominio spaziale.

Altri Paesi si stanno rapidamente adeguando, creando uffici dedicati nell'ambito della Difesa con il compito di gestire gli aspetti di *policy* ed operativi per la protezione degli assetti spaziali nazionali e contribuire alla protezione di quelli europei e NATO.

In particolare, l'Italia sta dando vita al progetto di un Comando delle Operazioni Spaziali (COS) nel quadro di quella che è la "Strategia Nazionale di Sicurezza per lo Spazio"⁸⁰.

L'Unione Europea ha una propria strategia per lo spazio, la "Strategia spaziale per l'Europa", che deriva dal riconoscimento dell'importanza del settore per il progresso ed il benessere dei cittadini europei. La strategia è mirata all'utilizzo dello spazio per controllare ed affrontare le problematiche cruciali del nostro secolo, quali quelle legate ai cambiamenti climatici ed al consumo delle risorse terrestri, oltre ad essere di ausilio alla gestione delle emergenze. Altro obiettivo dichiarato è quello di offrire uno stimolo all'innovazione e all'economia in tutti i settori tecnologici *space related*, garantendo l'autonomia del vecchio continente in questo campo.

L'Europa gestisce in proprio tre importanti infrastrutture spaziali che costituiscono un unico programma, lo *Space Situational Awareness* (SSA). Attraverso questo programma si intende non solo monitorare e predire fenomeni di propagazione attraverso la magnetosfera che circonda il nostro pianeta, ma anche il rilevamento di oggetti

⁷⁷ SPACEWATCH ASIA PACIFIC MAGAZINE, *Chinese Space Wars: U.S. Intelligence Report Outlines Beijing's Space Warfare Preparations*, Gennaio 2019.

⁷⁸ Cfr. R. PANDIT, *Agencies take shape for special operations, space, cyber war*, in <https://timesofindia.indiatimes.com/india/india-begins-setting-up-new-tri-service-agencies-to-handle-special-operations-space-and-cyberspace/articleshow/69346012.cms?from=mdr>

⁷⁹ Cfr. C. MACKENZIE, *French Air Force changes name as it looks to the stars*, in <https://www.defensenews.com/global/europe/2020/09/15/french-air-force-changes-name-as-it-looks-to-the-stars>

⁸⁰ Cfr. M. GERI, D. MATTERA, *Lo spazio come nuova frontiera della competizione mondiale: come si pone l'Italia?*, <https://www.difesaonline.it/mondo-militare/lo-spazio-come-nuova-frontiera-della-competizione-mondiale-come-si-pone-litalia>, consultato il 26-12-2020.

naturali (*Near Earth Objects*) che possano potenzialmente avere impatto sulla Terra. Il ruolo fondamentale in questo scenario geopolitico è che il programma SSA contribuisce, fin dal 2016, al tracciamento degli oggetti in orbita per prevenire le reciproche interferenze, scoprire ed analizzare la formazione dei detriti e controllarne il rientro in atmosfera⁸¹. In Europa, dal punto di vista della *policy* di difesa e sicurezza, qualcosa è stato fatto nell'ambito della *Permanent Structured Cooperation* (PESCO)⁸², iniziativa nata del 2017 per favorire una più stretta cooperazione tra i Paesi europei in questo campo, su base volontaria. L'obiettivo è quello di raggiungere delle capacità di difesa comune dell'Unione e di intervento in situazioni di crisi, in modo da proteggere al meglio i cittadini europei e svolgere un ruolo unitario e credibile nel panorama internazionale, ottimizzando contemporaneamente le risorse investite nel settore. L'approccio seguito dalla PESCO alla questione spaziale è stato quello di avviare due progetti dedicati al settore (su 47 totali). Il primo, a guida francese, si propone di sviluppare capacità PNT (*positioning, navigation and timing*) per scopi militari basate sul sistema *Galileo*. Il secondo, a guida italiana, è destinato a sviluppare capacità autonome di sorveglianza dell'ambiente spaziale (*Space Situational Awareness*) per la protezione delle infrastrutture e dei servizi spaziali europei, oltre che per fornire un concorso alla gestione di disastri, naturali o meno.

2.4. La sostenibilità delle attività spaziali a lungo termine: sviluppi e prospettive.- Il dilemma della sicurezza, così come i conflitti di interessi, tra le grandi potenze mondiali, non sono certo un problema nuovo e la comunità internazionale ha messo in campo da decenni molti strumenti per contrastarne gli effetti negativi.

La vera novità è rappresentata dalle nuove prospettive offerte dalla tecnologia spaziale e, di conseguenza, dal crescente interesse verso il settore da parte degli Stati, ma anche dei grandi operatori economici. Il coinvolgimento delle potenze emergenti, il relativo basso costo di alcune tecnologie spaziali e la crescente dipendenza da queste delle tecnologie militari e civili potrà portare, da un lato, a grandi opportunità di cooperazione ma, dall'altro, potrebbe acuire forme di conflitto finora latenti.

⁸¹ EUROPEAN COMMISSION, *Space*, <https://ec.europa.eu/growth/sectors/space>

⁸² PERMANENT STRUCTURED COOPERATION, *About PESCO*, <https://pesco.europa.eu>

Nel nostro millennio, questi conflitti stanno gradualmente abbandonando la matrice ideologica e politica per diventare sostanzialmente conflitti economici.

Da qui, a proposito di “grande strategia”, fosse pure sotto forma di *soft power*, il salto è breve: se la cooperazione in campo spaziale con i Paesi in via di sviluppo diventa uno strumento di influenza politica e se i corpi extra-terrestri diventano una risorsa anche economica, oltre che di conquista tecnologica, allora ecco spiegata la nuova competizione spaziale, quale nuovo dominio, da conquistare, monitorare e difendere.

In questo contesto è più che mai necessario parlare di *sostenibilità delle attività spaziali* nel senso di sviluppo di attività in una prospettiva di lungo termine: il COPUOS delle Nazioni Unite, infatti, ha coniato la locuzione *Long Term Sustainability of Outer-Space Activities*. La sostenibilità è, pertanto, fondamentale perché si possa giovare dei benefici offerti dalle attività spaziali anche in futuro. Ora che della tecnologia spaziale se ne fa un uso quotidiano, è più che mai importante parlare delle prospettive del futuro dell’uomo nello spazio e trovare il miglior modo per utilizzarlo senza esaurirlo, inquinarlo o maltrattarlo.

Lo spazio, pur essendo una risorsa relativamente nuova, corre già dei rischi: le orbite sono sempre più affollate, costellate di detriti artificiali (la cosiddetta *space junk*), gli attori si moltiplicano a causa dell’avvento dei privati e i conflitti spaziali non sono più fantascienza. Serviranno, quindi, nuove misure per assicurare la sicurezza delle attività spaziali. In questo scenario, un ruolo fondamentale lo giocano e lo giocheranno le Organizzazioni internazionali. Più dei singoli Stati, infatti, questi Organismi di rilevanza regionale o universale hanno la possibilità di regolare e influenzare la competizione e la cooperazione internazionale, paradigma che si fa, via via più complesso e articolato.

Negli stessi mesi in cui gli USA creavano la propria *Space Force*, la NATO ha riconosciuto, per la prima volta, lo spazio come dominio operativo, affiancandolo a quelli terrestre, marittimo, aereo e *cyber*. Pur escludendo il posizionamento di alcun tipo di armamento nello spazio, come dichiarato dal Segretario Generale, tale riconoscimento comporta la condivisione delle infrastrutture e dei servizi spaziali tra gli alleati in caso di necessità, come avviene per le capacità militari negli altri quattro domini⁸³.

⁸³ In NATO.NEWS, *Foreign Ministers take decisions to adapt NATO, recognize space as an operational domain*, <https://www.nato.int/cps/en/natohq/news>

Le Nazioni Unite hanno sentito fin dagli anni '50 la necessità di una regolamentazione del settore, ed ancora oggi compiono uno sforzo costante per il mantenimento dello spazio come ambiente cooperativo e pacifico. La Conferenza sul Disarmo, istituita in seno all'ONU nel 1979, si occupa della prevenzione della corsa agli armamenti nello spazio dal 1981, ma, come si è visto, con scarso successo. Nel 2017 l'Assemblea Generale ha nominato un gruppo di esperti per la creazione di uno strumento vincolante per i Governi, ma nonostante le approfondite discussioni, non si è mai arrivati al consenso su un testo comune⁸⁴. Il COPUOS (*United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*) si occupa di questo specifico obiettivo globale dal 1959 ed ha finora ottenuto importanti risultati, tra i quali la redazione delle 21 *Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities*. Le linee guida, non vincolanti, sono state adottate per *consensus* nel giugno 2019 e forniscono un riferimento per la regolamentazione delle attività spaziali, trattando anche di delicati aspetti di *safety* e *security*.

Le preoccupazioni della comunità internazionale possono essere sottolineate con un episodio simbolico: nel 2007 un test cinese distrusse uno dei loro stessi satelliti, sollevando timori americani, giapponesi e indiani su un possibile armamento dello spazio. Due mesi dopo, Pechino si unì a Mosca nel presentare un dossier a Ginevra con l'intento di promuovere una zona franca da armamenti nello spazio: un chiaro tentativo di *containment* delle iniziative spaziali americane⁸⁵. Il compito del COPUOS è quello di promuovere la cooperazione spaziale e

⁸⁴ UNITED NATIONS, OFFICE FOR DISARMAMENT AFFAIRS, *Outer Space*, in <https://www.un.org/disarmament/topics/outerspace>

⁸⁵ A questo riguardo, è interessante quanto l'americano Todd Harrison, Direttore del Center for Strategic and International Studies (CSIS), ha affermato: «È necessario che gli USA ripensino all'approccio con la Cina per quanto riguarda lo spazio, attraverso una tattica di coinvolgimento e scoraggiamento simultaneo, impegnando quindi la Cina proattivamente in progetti di spazio civile ma compiendo deterrenza in questioni riguardanti la sicurezza nazionale [...] In definitiva, per evitare che un conflitto possa estendersi allo spazio e nello spazio (cosa a cui non siamo ancora preparati e ciò mina la nostra deterrenza) bisogna riconoscere la Cina come una potenza spaziale e adattarci. Inizialmente, l'impegno e la deterrenza possono sembrare approcci contraddittori; in realtà è una strategia che ci ha servito bene durante la Guerra Fredda, quando abbiamo regolarmente collaborato con l'Unione Sovietica a programmi spaziali civili (progetto Apollo-Sojuz) mentre dissuadevamo simultaneamente i sovietici dall'attaccare le nostre risorse spaziali critiche. Un approccio simile può essere utilizzato con la Cina per allentare le tensioni, creare nuovi canali di comunicazione e dissuadere sviluppi pericolosi nello spazio». In CSIS, *China's Military Ambitions in Space: A Conversation with Todd Harrison and Kaitlyn Johnson*, in <https://www.csis.org/podcasts/chinapower/chinas-military-ambitions-space-conversation-todd-harrison-and-kaitlyn-johnson>

l'utilizzo pacifico dello spazio extra-atmosferico, incoraggiare le attività spaziali e i programmi di ricerca spaziale, soprattutto a vantaggio dei paesi in via di sviluppo. In particolare, il Comitato ha giocato un ruolo fondamentale nel promuovere la trasparenza nelle relazioni internazionali e il *confidence-building* tra gli Stati membri, attraverso una serie di risoluzioni⁸⁶. Ciò ha permesso, in qualche modo, di mitigare le tensioni internazionali e preservare l'utilizzo dello spazio per usi pacifici. Nonostante ciò, l'assenza di conflitti spaziali in passato non è una garanzia di pace nel futuro, in particolare, in un'epoca i cui nuovi attori stanno entrando nell'arena spaziale⁸⁷.

Cosa aspettarsi, dunque, in futuro? Una stratificazione d'interessi necessita di una molteplicità di strumenti politici, diplomatici e militari. Così come, fino ad oggi, l'alternanza della competizione e della cooperazione ha caratterizzato le relazioni all'interno della comunità spaziale internazionale, anche in futuro le prospettive non possono non considerare questo binomio, attorno al quale gli Stati elaboreranno le loro strategie e realizzeranno le loro politiche, nella speranza che una maggiore consapevolezza e responsabilità per l'uso pacifico dello spazio prevalga su logiche miopi di breve periodo.

⁸⁶ Vedi UNGA, *Resolution n. 74/82 on International cooperation in the peaceful uses of outer space*, Doc. A/RES/74/82 del 26 dicembre 2019.

⁸⁷ *Ibidem*.

CAPITOLO 3

ASPETTI POLITICI E SOCIO-ECONOMICI DELLA COOPERAZIONE E COMPETIZIONE SPAZIALE

3.1. *Introduzione.*- Come abbiamo visto fin qui, lo spazio extra-atmosferico è un “territorio” conteso tra gli Stati per ragioni politiche e di supremazia, economiche e di sicurezza. Per questo, fin da quando è diventato tecnicamente possibile l’invio di oggetti e uomini nello spazio, si è reso necessario un grande sforzo della comunità internazionale per garantirne l’uso pacifico.

Nei prossimi paragrafi analizzeremo le attività spaziali ed i progetti di cooperazione internazionale dal punto di vista politico e socio-economico. Un ambito certamente non disgiunto da quello geo-strategico e di sicurezza, ma che merita un’analisi a parte per la peculiarità delle iniziative in questo settore.

Le infrastrutture spaziali offrono oggi strumenti potenti a vantaggio delle attività produttive ed economiche sulla Terra e possono costituire una importante forma di guadagno per le compagnie private capaci di offrire questi servizi.

Per i Paesi emergenti e per quelli in via di sviluppo, l’utilizzo di tecnologie spaziali costituisce un *booster* in termini socio-economici⁸⁸. L’utilizzo di satelliti per telecomunicazioni favorisce lo scambio di comunicazioni con aree remote del Paese, consente l’impiego di applicazioni nella scuola, nella sanità, ed in generale, nella fornitura di servizi alla popolazione. L’osservazione della Terra viene utilizzata quotidianamente nell’agricoltura, nell’uso delle risorse, nella pianificazione dello sviluppo urbano e nei trasporti, ma è anche fondamentale nella previsione di disastri naturali e nella gestione delle emergenze. Queste preziose applicazioni sono rese possibili da una continua attività di ricerca e sviluppo e da investimenti economici che costituiscono anch’essi un valore aggiunto per questi Paesi. Ma considerata la complessità delle imprese spaziali, ben poco potrebbe essere realizzato da questi Paesi senza una concreta collaborazione internazionale con i paesi sviluppati. Il supporto delle nazioni più industrializzate,

⁸⁸ Cfr. D. WOOD – A. WEIGEL, *A framework for evaluating national space activity*, in *Acta Astronautica* 73 (2012), pp. 221-236.

delle grandi compagnie private e delle organizzazioni internazionali, sia globali che regionali, è fondamentale per garantire un accesso diffuso e generalizzato di queste tecnologie.

Il supporto internazionale, in tale prospettiva, può essere visto come una delle tante ricadute positive delle attività spaziali. Cooperare con Paesi più sviluppati offre, infatti, evidenti vantaggi in termini di sviluppo, così come, sedere ai tavoli di discussione delle organizzazioni internazionali costituisce una chiara fonte di prestigio internazionale.

3.2. *Il ruolo della Space Diplomacy.* - La *Space Diplomacy*, quale strumento ed estensione in orbita della diplomazia terrestre e di cui oggi si sente parlare con sempre maggiore insistenza, è un fenomeno in forte crescita ed evoluzione, perché risponde in maniera più precisa, rispetto ad altri strumenti di *policy making*, al “fabbisogno culturale” di ogni Paese che la mette in atto. Essa è tesa a promuovere uno spirito di collaborazione internazionale tra gli attori spaziali, al fine di rendere le attività spaziali sempre più vantaggiose e benefiche per l’umanità, almeno in una sua prima accezione.

Il contesto spaziale internazionale attuale ruota attorno a due attori principali polarizzanti: Stati Uniti e Cina che adattano, secondo i rispettivi valori culturali, la loro *Space Diplomacy*. Si tratta di un binomio singolare: gli USA sono la superpotenza storica, mentre la Cina è riuscita ad elevarsi a tale rango in tempi più recenti, seppur sia già riuscita a far gravitare attorno a sé molti altri Paesi con ambizioni spaziali.

Tutti i Paesi, tuttavia, hanno ormai capito che occorre essere presenti nella nuova corsa allo spazio e che occorre farlo nel migliore dei modi per garantirsi benefici diretti o indiretti, presenti e futuri. Gli avanzamenti tecnologici dei singoli Stati si sono moltiplicati negli anni, ognuno sviluppa e investe in maniera diversa nei differenti campi di applicazione, dall’*up-stream* al *down-stream*.

Negli ultimi anni si è cercato di quantificare il ritorno economico e occupazionale degli investimenti nel settore spaziale e si è scoperto un fattore moltiplicativo alla base degli investimenti, ma un quesito oggi interessante potrebbe essere: qual è il fattore moltiplicativo della diplomazia spaziale? Quali i ritorni politici?

La risposta forse non è facilmente misurabile, ma un dato è certo: la *diplomazia spaziale* internazionale gioca un ruolo rilevante negli equilibri e nelle dinamiche internazionali. Il concetto di stabilità stra-

tegica sembrerebbe essere un perno attorno a cui si muove la diplomazia spaziale, nel senso che gli Stati si adoperano a rendere pacifica la convivenza tra le nazioni attraverso forme diverse di cooperazione anche spaziale, ma con un occhio sempre rivolto ai vantaggi economici che permettono, non solo di fare previsioni a medio-lungo termine degli investimenti effettuati, ma garantiscono una certa stabilità economica e politica.

Un clima di distensione e collaborazione, se da una parte permette l'ingresso sulla scena internazionale di nuovi attori spaziali, anche commerciali, che beneficiano delle tecnologie spaziali; dall'altra, la stessa tecnologia rischia di mettere in pericolo la sostenibilità delle attività spaziali se utilizzata in modo irresponsabile (costellazioni di mini-satelliti fuori controllo, creazione volontaria di detriti, armamenti in orbita, etc). Per tale motivo, il coordinamento internazionale sempre più utilizzato, rispetto a norme internazionali, prova ad orientare nello spazio comportamenti responsabili.

Space Diplomacy è anche un'attività legata alla *realpolitik* e al concetto di "potenza spaziale"⁸⁹, ossia: «*La capacità di un attore statale o non statale di realizzare i propri scopi e obiettivi in presenza di altri attori sullo scenario internazionale attraverso il controllo e lo sfruttamento dell'ambiente spaziale*»⁹⁰. Ancor più interessante è la definizione fornita dal Dipartimento di Stato americano nel 2005, per il quale la *space power* è «*la forza totale delle capacità di una nazione di condurre e influenzare le attività verso, dentro, attraverso e dallo spazio per raggiungere i suoi obiettivi*»⁹¹.

In tale scenario, Cina e Stati Uniti non sono solo *domini* della competizione in corso, ma veri e propri poli di attrazione per Paesi e agenzie spaziali che, con il loro aiuto e la loro collaborazione, sono in grado di realizzare progetti spaziali e programmi autonomi, vedasi il programma *Artemis* lanciato dagli Stati Uniti e i numerosi progetti satellitari della Cina in collaborazione con Paesi in via di sviluppo.

Al di là dei due suddetti poli che attivano cooperazioni più o meno selettive, c'è poi la cooperazione spaziale regionale che consorzia, sotto obbiettivi e principi comuni, sforzi ed investimenti di paesi di

⁸⁹ Cfr. J. L. HYATT ET AL., *Space Power 2010*, Maxwell AFB, US Air Command and Staff College, 1995.

⁹⁰ In realtà, la prima definizione risale al 1988: «la capacità di una nazione di sfruttare l'ambiente spaziale nel perseguimento di obiettivi e scopi nazionali, attraverso l'intera gamma delle capacità aeronautiche». Essa è presente nella pubblicazione «*On Space Warfare, A Space Power Doctrine*» a cura di David Lupton.

⁹¹ JP 3-14, *Space Operations*, 6 gennaio 2009.

una stessa regione geografica. Questo è il caso, per esempio, dell'ESA che attraverso una "politica programmatica" comune, abilmente e in maniera lungimirante, in quasi cinquanta anni, ha permesso a tutti i suoi Paesi membri di sviluppare autonomi sistemi spaziali, pur contribuendo allo sviluppo di programmi europei ed internazionali.

Dopo l'ESA, oggi, in altre regioni del mondo si sta cercando di realizzare forme di cooperazione spaziali regionali con l'obiettivo di raggiungere più facilmente un graduale sviluppo tecnologico e, al contempo, assicurarsi un posto di diritto nei consessi internazionali. Perché, se è vero che l'autorevolezza politica di uno Stato è oggi direttamente proporzionale anche alla sua capacità di accesso allo spazio, è anche vero che dominare gli *asset* spaziali (non solo in orbita) permette di controllare l'evoluzione economica di altri Stati ed ergersi come *influencer* nelle trattative internazionali.

Va da sé, dunque, che gli attori sulla scena politica spaziale continuano a moltiplicarsi perché essere presenti sul mercato spaziale, così come su quello militare, equivale ad assicurarsi sovranità ed indipendenza. In tale prospettiva, negli ultimi decenni, governi ed agenzie spaziali nazionali hanno affinato sempre più le tecniche di *Space Diplomacy*, che adottano linee d'azione multilivello: commerciali, affidate alle grandi industrie; scientifiche, operate da enti di ricerca o Comitati governativi; politiche e di sicurezza in senso classico, messe in atto dai differenti corpi diplomatici dei governi.

Infine, la *Space Diplomacy* è la tecnica classica che facilita da, una parte, la definizione e la conclusione dei negoziati internazionali bi o multilaterali, dall'altra, il *confidence building* su larga scala, come in seno alle Nazioni Unite (COPUOS, Conferenza del disarmo) che permette un certo dialogo diffuso, volto al raggiungimento di comportamenti responsabili, e necessario a garantire la sostenibilità e il futuro delle attività spaziali.

3.3. *Il contributo della ricerca scientifica: la Science Diplomacy.* - È ormai cosa nota che l'accesso allo spazio è stato reso possibile da due fattori: la ricerca militare e quella scientifica. Entrambe hanno consentito la sperimentazione di tecnologie innovative applicate in attività e programmi spaziali. L'università, i centri di ricerca, ma anche gli studi e le analisi aziendali del settore privato rappresentano i nodi fondamentali nella catena dello spazio "valore-sapere". Ogni *spacefaring Nation* se ne è dotata per affrontare la competizione internazionale e li difende ormai come *asset* strategici.

È lecito chiedersi, cosa ne sarebbe stato degli obiettivi raggiunti negli anni eroici dei primati spaziali se non ci fosse stato un grande investimento pubblico nel settore della ricerca?

La ricerca scientifica non è stata solo in grado di dar vita a nuove tecnologie per l'esplorazione, ma di condividere sforzi, idee e *know-how* per realizzare grandi progetti applicativi: basti pensare alla nascita del sistema di posizionamento satellitare europeo *Galileo* e, prima ancora del GPS, *Galileo* apporterà enormi benefici in più settori diversi da quello spaziale, dall'energia ai trasporti, dall'agricoltura alla finanza. La nascita del sistema di posizionamento di seconda generazione (*GNSS-2*) permetterà a tutti i ricevitori localizzati in Europa, che ricevono solo il GPS, di ricevere contemporaneamente entrambi i sistemi di posizionamento e navigazione satellitare civile. *Galileo* fornirà, in termini di prestazioni tridimensionali con una precisione orizzontale inferiore a 10 metri, risultati mai raggiunti prima. A regime, *Galileo* avrà 30 satelliti (27 operativi e tre di riserva) orbitanti su 3 piani inclinati sull'equatore (MEO, *Medium Earth Orbit circolare*), a 23.222 km quota⁹².

L'interesse per lo sviluppo delle capacità di spostarsi non più e non solo in orizzontale, sulla superficie terrestre, ma anche in verticale, oltre la dimensione atmosferica, ci ha permesso di porci un numero sempre maggiore di quesiti e di trovare soluzioni sempre più innovative. Ad esempio, come sarà possibile fornire agli astronauti l'acqua, che è l'unica materia prima in grado di garantire la sopravvivenza? Una risposta è stata rinvenuta solo grazie alla realizzazione di telescopi di un certo calibro come lo *Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy (SOPHIA)*, frutto del lavoro congiunto di ricercatori tedeschi e americani, che ha consentito di scansionare la superficie lunare e di rilevarne la presenza di molecole di H₂O, dimostrando che il nostro satellite naturale è meno arido di quello che si pensava e prospettando la possibilità per gli esseri umani di abitarlo per missioni di lunga durata⁹³.

Negli ultimi anni gli astrofisici hanno richiesto la costruzione di telescopi sempre più perfetti: i cosiddetti "*space based*", come il celeberrimo *Hubble* nell'ottico o *Chandra* nei raggi X o i grandi telescopi "*ground based*" che operano da terra, come il grande interferometro

⁹² Vedi in AGENZIA SPAZIALE ITALIANA, *Galileo*, in <https://www.asi.it/tlc-e-navigazione/galileo>

⁹³ Cfr. S. PIOPPI, *Acqua sulla Luna. La scoperta della Nasa che interessa l'Italia*, in <https://formiche.net/2020/10/luna-acqua-scoperta-nasa/>

ALMA in Cile. I sistemi ingegneristici utilizzati per costruire questi osservatori hanno richiesto la creazione di ottiche e rivelatori sofisticati, visti gli ambiziosi scopi delle missioni scientifiche. È lecito allora chiedersi, che cosa succederebbe se strumenti così sofisticati venissero impiegati in ambiti diversi?

Un esempio in tal senso, di sistemi sviluppati per l'astrofisica, che sono entrati nella vita comune, sono i sensori d'immagine delle fotocamere, sviluppati dalla NASA per acquisire immagini astronomiche con i telescopi spaziali: erano, infatti, necessari apparecchi estremamente leggeri da mettere in orbita che garantissero la massima risoluzione possibile. Nasce, così, la tecnologia *Complementary Metal Oxygen Semiconductor* (CMOS)⁹⁴, attualmente presente su numerosi dispositivi, tra cui le comunissime fotocamere *GoPro*.

Un altro esempio di tecnologia spaziale impiegata sulla terra sono stati i condotti termici per operazioni chirurgiche. I telescopi spaziali non rotanti, avendo un lato rivolto sempre verso la Terra e uno verso il Sole, sono soggetti a enormi differenze termiche che introducono errori nelle parti elettroniche, quindi, c'è stato bisogno di inventare uno strumento che ovviasse a questo malfunzionamento. La soluzione è arrivata con il supporto della NASA che ha progettato dei tubi termici in grado di portare in modo efficiente e preciso il calore dalla parte più calda a quella più fredda dello strumento, termalizzandolo. Questi tubi sono ora utilizzati in medicina, in particolare, nelle operazioni neurochirurgiche⁹⁵.

Nelle università, così come nei Centri di ricerca, scienziati spesso di diverse nazionalità collaborano fianco a fianco per un obiettivo comune. È lì che nascono, si potrebbe dire, modelli di sostenibilità politica: si scambiano dati e informazioni, ci si confronta e dal confronto si procede per passi successivi nella ricerca. Questo modo di procedere dialettico e inclusivo apre le porte alla nascita di collaborazioni durature, senza confini, spesso fruttuose non solo per la comunità scientifica ma per tutta l'umanità.

È estremamente difficile che qualcuno ostacoli la collaborazione tra ricercatori, anzi la ricerca arriva ed entra, proprio là dove altri strumenti politici non possono giungere: questa è la *Science Diplomacy*.

⁹⁴ Cfr. J. BOGAERTS, *Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) image sensors for use in space*, in *High Performance Silicon Imaging*, Fundamentals and Applications of CMOS and CCD Sensors (2014), pp. 250-280.

⁹⁵ Vedi in NASA, *Mini Heat Pipes Wick Away Heat in Brain Surgery*, in https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2017/hm_2.html

Per uno sviluppo sostenibile delle attività spaziali ci si auspica, dunque, che la scienza apra sempre più le porte a nuove sperimentazioni e collaborazioni, stimolando la condivisione di dati e conoscenze in perfetto stile galileiano. Tra le linee guida adottate dal COPUOS nel giugno 2019 ve n'è una dedicata proprio all' *International cooperation, capacity-building and awareness*, in particolare alla *Scientific and technical research and development*⁹⁶.

Un altro organismo internazionale che sta assumendo posizioni sempre più propositive è l'Unione Astronomica Internazionale (IAU), in particolare, grazie alla sua *Inter-Commission B7-C1 Working Group on Achieving Sustainable Development within a Quality Lighting Framework*, ha evidenziato l'importanza delle scienze dell'Universo come stimolo per lo sviluppo della società⁹⁷. L'*Office of Astronomy for Development (OAD)*⁹⁸, fondato in Sud Africa nel 2011, in particolare, sta cercando di espandere la cultura spaziale in tutti i Paesi, soprattutto quelli in via di sviluppo, attraverso la formazione, per creare forza lavoro anche nel settore spaziale, e la consapevolezza sulle opportunità che lo spazio può offrire. La filosofia dell'OAD si può riassumere nel motto "*Astronomy for a better world*". Nello *Strategic Plan 2020-2030*, l'IAU inserisce tra i suoi obiettivi per il decennio lo sviluppo globale tramite l'utilizzo dell'astronomia che può contribuire agli obiettivi di Sviluppo sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.

L'Italia rappresenta un esempio eccellente di *Science Diplomacy*, grazie ad una grande tradizione di collaborazioni internazionali nel settore delle scienze di base che hanno contribuito fortemente anche allo sviluppo del settore spaziale. Si pensi alle ricerche del professor Luigi Broglio, che hanno consentito la realizzazione del progetto *San Marco* e il lancio di un satellite in collaborazione con gli USA, *San Marco I*, nel 1964 dalla base di Wallops Island, in Virginia⁹⁹, a cui

⁹⁶ Vedi *Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities of the Committee on the Peaceful Uses of*

Outer Space, Annex II Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Sixty-second session (12–21 June 2019).

⁹⁷ Vedi INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION, *Inter-Commission B7-C1 WG Achieving Sustainable Development within a Quality Lighting Framework*.

⁹⁸ Vedi INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION, *Office of Astronomy for Development*, <http://www.astro4dev.org>

⁹⁹ Si tratta del primo programma di collaborazione internazionale che vide impegnati Italia e Stati Uniti nella ricerca scientifica e nella sperimentazione nello spazio tra il 1962 ed il 1980.

sono seguiti il lancio del *San Marco 2* nel 1967, il *San Marco 3* nel 1971, il *San Marco 4* nel 1974 e il *San Marco D/L* nel 1988, presso il Centro Spaziale Luigi Broglio, in Kenya.

Allo stesso modo, significative furono le ricerche alla base dei satelliti italiani, *SIRIO*, nel 1977, satellite artificiale geostazionario sperimentale di telecomunicazioni, progettato in collaborazione con la NASA e costruito in Italia¹⁰⁰, *ITALSAT F1*, nel 1991, a cui si aggiunse *ITALSAT F2* l'8 agosto 1996, entrambi satelliti sperimentali per le telecomunicazioni interamente progettati e gestiti dall'Agenzia Spaziale Italiana¹⁰¹ e *Tethered*, il primo satellite "a filo" realizzato in cooperazione sempre con la NASA negli anni '90, che è stato alla base degli studi sulle stazioni spaziali orbitanti abitabili¹⁰².

Attualmente, nel mondo della ricerca italiana, oltre il CNR, l'INFN e altri rilevanti Centri di ricerca, l'*Istituto Nazionale di Astrofisica* (INAF) è stato dichiarato dalla rivista *Nature* il secondo ente al mondo per la contribuzione allo sviluppo del settore spaziale, superato solo al cugino francese CSA¹⁰³. Uno dei maggiori progetti in corso riguarda proprio una collaborazione tra INAF, CSA, ASI, ESA e NASA relativa alla realizzazione del telescopio europeo *Euclid*, il cui scopo è il miglioramento delle conoscenze sulla materia e sull'energia oscura e che sarà lanciato nel 2022¹⁰⁴. Anche da questo esempio si comprende come la ricerca contribuisca fortemente a forme di cooperazione internazionale molto solide.

3.4. *Gli operatori privati.*- Sembra essere passato molto più tempo da quando terminò il Programma dello *Space Shuttle* nel 2011. Da quell'istante, come riportano Weinzierl, Acocella e Yamazaki: «La NASA ha dovuto fare i conti con un vuoto che permise di strizzare l'occhio al settore commerciale»¹⁰⁵.

¹⁰⁰ Vedi AGENZIA SPAZIALE ITALIANA, *Sirio*, in <https://www.asi.it/tlc-e-navigazione/sirio/>, consultato il 20-02-2021.

¹⁰¹ Vedi AGENZIA SPAZIALE ITALIANA, *ITALSAT F1 E F2*, in <https://www.asi.it/tlc-e-navigazione/italsat-f1-e-f2/>,

¹⁰² Vedi AGENZIA SPAZIALE ITALIANA, *TETHERED SATELLITE SYSTEM (TSS-1 E TSS-1R)*.

¹⁰³ Vedi INAF, in <http://www.inaf.it/it/brochure-2018-19/TERRA-singole-pagine-A5.pdf>, consultato il 13-01-2021.

¹⁰⁴ Vedi ASI: <https://www.asi.it/esplorazione/cosmologia/euclid>

¹⁰⁵ Cfr. M. WEINZIERL, A. ACOCCELLA, M. YAMAZAKI, *Astroscale, Space Debris, and Earth's Orbital Commons*, in *Journal of Economic Perspectives*, 32 (2018) N. 2, pp. 173–192.

Il passaggio dal pubblico al privato nello spazio è ormai significativo e ha portato alla nota creazione, dapprima della galassia di “*New Space*”, quale derivazione imprenditoriale della *New Economy* e, poi, alla c.d. *Space Economy*, ovvero la catena del valore che, partendo dalla ricerca, dallo sviluppo e dalla realizzazione delle infrastrutture spaziali abilitanti arriva fino alla generazione di prodotti e servizi innovativi “abilitati” (servizi di telecomunicazioni, di navigazione e posizionamento, di monitoraggio ambientale, previsione meteo, etc)¹⁰⁶.

Oggi grandi imprenditori che hanno saputo rischiare per raggiungere il loro obiettivo alimentano la *Space Economy*. Tra questi, *Jeff Bezos*, la cui fortuna è stata creata grazie alla società *Amazon*, ha finanziato l’innovativa *start-up* spaziale *Blue Origin* e ha dichiarato che la missione della sua azienda è quella di vedere milioni di persone vivere e lavorare nello spazio; *Elon Musk*, fondatore di *Space X*, che ha delineato i piani per costruire una città di un milione di persone su Marte entro il prossimo secolo; *Neil de Grasse Tyson* e *Peter Diamandis* che hanno affermato che il primo trilionario della Terra sarà un minatore di asteroidi¹⁰⁷.

La *New Space*, pertanto, rappresenta una nuova generazione di aziende che usano un approccio nuovo per collaborare con attori pubblici o altri attori privati. Nel modello centralizzato, le aziende private partner della NASA erano ampiamente assicurate contro gli enormi rischi degli investimenti nello spazio attraverso contratti cost-plus, ma avevano poca capacità di partecipare ai potenziali guadagni di un mercato spaziale commercializzato. Nell’approccio “*New Space*”, le imprese private condividono gli enormi rischi e (potenziali) ritorni degli investimenti nello spazio¹⁰⁸.

La *Space Economy* rappresenta una delle più promettenti opportunità di sviluppo dell’economia mondiale dei prossimi decenni¹⁰⁹ e include attori pubblici e privati coinvolti nello sviluppo, nella ricerca e nell’utilizzo di prodotti e servizi, dall’uso delle infrastrutture, alle ap-

¹⁰⁶ Cfr. M. OLIVARI, *New Space Economy: La nuova frontiera della geopolitica*, 13 dicembre 2020, ISPI

¹⁰⁷ Cfr. E. KAUFMAN, *More Students Are Going to Space School—And It May Be a Better Idea Than You Think*, in *Mic*, 24 giugno 2015.

¹⁰⁸ Cfr. J. ACHENBACH, *Which Way to Space: Flights of Fancy May Launch the Industry’s Future*, in *Washington Post*, 23 novembre 2013.

¹⁰⁹ Cfr. A. MESSENI PETRUZZELLI, U. PANNIELLO, *Space Economy, storia e prospettiva di business*, Ed. Franco Angeli, Roma 2019.

plicazioni generate dalla ricerca scientifica¹¹⁰. La *New Space Economy* è, pertanto, un nuovo ecosistema basato su un approccio *end-to-end* e sull'efficienza che guida il settore spaziale verso una fase più orientata al *business* e ai servizi, grazie alla presenza di fattori o tendenze specifiche che ne hanno consentito e agevolato la piena evoluzione¹¹¹.

Il primo fattore che ha promosso l'ingresso di nuovi attori privati nel comparto spaziale è stato la comparsa di appalti pubblici innovativi e programmi di sostegno alle imprese derivanti da strategie pubbliche efficaci a sostegno delle compagnie private e da condizioni commerciali favorevoli. Queste politiche hanno creato nuovi regimi di appalti pubblici che danno maggior risalto al ruolo e agli investimenti effettuati dai privati e si discostano dai precedenti, tradizionali contratti *cost-plus*. Questo approccio ha consentito, oltre alla condivisione dei costi e dei rischi, un'ottimizzazione notevole dell'organizzazione industriale, perché ha rimosso numerosi vincoli normativi posti dai bandi d'appalto. In questo nuovo contesto, la maggior parte delle agenzie ha avviato o continua ad adattare la propria strategia e politica industriale per favorire l'emergere di iniziative private, costruire partenariati e riadattare i propri ruoli e modelli di appalto alle esigenze del settore privato.

In aggiunta, la cooperazione tra settore pubblico e settore privato ha giocato un ruolo fondamentale. In tale direzione è nato il modello di PPP (*Public-Private Partnership*), ovvero un accordo tra un governo e uno o più *partner* privati (che possono includere operatori e finanziatori), in base al quale i secondi procurano il servizio affinché gli obiettivi di fornitura del servizio del governo siano allineati con gli obiettivi di profitto del *partner* privato e di modo che l'efficacia dell'allineamento dipenda da un sufficiente trasferimento del rischio al *partner* privato.¹¹² La condivisione dei rischi e delle risorse durante il ciclo di vita del progetto si traduce, quindi, in maggior efficienza, costi minori e maggiori ricavi; in rapporti di PPP, il settore privato ha incentivi molto più forti e maggiori opportunità per ottimizzare i costi di progettazione, costruzione, finanziamento e monitoraggio dell'intero ciclo di vita del prodotto, al fine di ottenere un ROI (*Return of Inve-*

¹¹⁰ Vedi SPACE FOUNDATION.ORG, *The Space Report 2020*, in <https://www.thespacereport.org/>, consultato il 10-01-2021.

¹¹¹ Cfr. C. IACOVINO, *Commercial Space Exploration Potential Contributions of Private Actors to Space Exploration Programmes*, ESPI, Springer, London 2019, pp. 35-37.

¹¹² Cfr. P. BURGER, I. HAWKESWORTH, *How to Attain Value for Money: comparing PPP and Traditional Infrastructure Public Procurement*, 2016.

statement) più elevato; la combinazione di più fasi di progettazione consente un’implementazione più efficiente in termini di costi; vi è una maggiore focalizzazione sul cliente; ci sono sviluppi innovativi ad alto potenziale e nuove forme di reddito; migliora la tempistica del programma e la gestione del bilancio accelerando così l’attuazione dei progetti; si riduce la pressione di bilancio, si distribuiscono i costi di finanziamento durante il progetto, aumenta la flessibilità.

Contestualizzando questi spunti teorici, possiamo osservare come in Europa, ad esempio, uno sforzo degli attori pubblici, in particolare dell’ESA, dal lato dell’offerta, si sia concretizzato nell’introduzione di strumenti di supporto all’innovazione commerciale privata come i *business incubation*, *grand challenge* e *investment easing* e per mezzo della facilitazione dell’emergere di nuove soluzioni private attraverso gli *ESA Business incubator Centers*, le *Calls for Ideas* e le *partnership* strategiche. Dal lato della domanda, invece, l’ESA ha dato un grande slancio al supporto del settore privato attraverso degli accordi di cooperazione con il SSTL (*Surrey Satellite Technology Ltd*) e il GES (*Goonhilly Earth Station*) per il supporto delle missioni lunari commerciali.

Nello *Space Report 2020*,¹¹³ la Space Foundation ha evidenziato la presenza di privati attivi nel settore spaziale il cui valore è cresciuto dell’8.1 % rispetto al 2019 (registrando un incremento di 414,14 miliardi di dollari), suddivisi in molte realtà industriali differenti tra loro: un gruppo dedicato all’accesso allo spazio per persone e carichi utili (come *Blue Origin*, *Astrobiotic*, *Boeing Aerospace*, *SpaceX*, *Space Adventures* e *Virgin Galactic*); un gruppo dedicato al telerilevamento legato alle società che forniscono dati e analisi satellitari (come *Iceeye*, *Planet*, *Spire Global Inc.*, *Astroscal*, *Kepler Communications*, *OneWeb*); un gruppo dedicato ad *habitat* e stazioni spaziali permanenti che prevedono la messa in opera di strutture sicure per la produzione, ricerca e turismo spaziale (come *Axio*, *Bigelow Aerospace*, *Space Tango*); un gruppo dedicato a operazioni oltre l’orbita bassa, specializzate in produzione o estrazione di materiali da asteroidi fino alla colonizzazione di altri corpi celesti (si veda *Deep Space Industries*, *Golden Spik*, *Mars One*, *Moon Express*) e Società di ricerca e investimento (come *Bryce Space and Technology*, *Space Angels*, *Bessemer*, *Draper Fisher Jurvetson*). L’insieme degli attori si è notevolmente ampliato e

¹¹³ SPACE FOUNDATION.ORG, “*The Space Report 2020*”, disponibile su: <https://www.thespacereport.org/>, consultato il 10-01-2021.

specializzato in diversificate attività spaziali, tanto da non potersi quasi più parlare di un mercato spaziale in senso lato, ma di singoli segmenti percorsi da una ferrea competizione per il raggiungimento del medesimo obiettivo.

Un altro fattore che ha agevolato la costituzione della *Space Economy* è insito nello sviluppo di *nuove tecnologie*. Per quanto riguarda il segmento *upstream*, ossia quello relativo alla produzione di beni e servizi innovativi “abilitati”, i cosiddetti “*game changer*” tecnologici, i più visibili sono, tra gli altri, i sistemi di miniaturizzazione, le nanotecnologie, la mecatronica, i nuovi materiali, la stampa 3D e l’automazione. Nel segmento, invece, *downstream*, quello dedicato alla diffusione di servizi a valore aggiunto con una forte connotazione territoriale, principalmente sviluppati e gestiti da PMI, con impiego di personale a qualificazione medio alta, ci sono le compagnie ICT, le capacità di elaborazione dati, lo sviluppo di *big data*, l’*e-commerce* e lo sviluppo di *software* trasferiti dal settore IT a quello spaziale.

Infine, fattore determinante della *New Space Economy* sono state le *nuove motivazioni all’ingresso nello spazio*: mentre la logica statale di impegno nel mercato spaziale è legata a questioni di sicurezza e difesa, crescita economica, prestigio nazionale e benefici a servizio dei cittadini; gli interessi dei nuovi operatori sono guidati da modelli di *business* volti al profitto, che sfruttano nuove nicchie di mercato sforzandosi di offrire servizi migliori rispetto a quelli dei *competitors*.

Il proliferare di attori privati ha inasprito la concorrenza internazionale tra gli operatori pubblici storici e i nuovi, dovuta al lancio di nuove soluzioni tecnologiche¹¹⁴. Per gli *attori pubblici* si rendono necessarie modifiche alla regolamentazione e standardizzazione, al fine di garantire la sicurezza e la sostenibilità delle attività spaziali per garantire la redditività e l’affidabilità del comparto commerciale.

In tale popolato e dinamico scenario, gli Stati e le organizzazioni internazionali, sono chiamati a rispondere ai rischi associati alle attività spaziali, mitigandone il più possibile le conseguenze, in particolare, per ciò che riguarda la presenza incontrollata di *debris* spaziali e lo *space traffic management*. Una qualche regolamentazione o coordinamento internazionale potrebbe essere necessario e incoraggiato anche nel settore privato, in cerca di un quadro normativo affidabile e stabile in risposta agli sforzi commerciali profusi. Sarebbe logico, in-

¹¹⁴ Cfr. M. OLIVARI, *New Space Economy: La nuova frontiera della geopolitica*, ISPI, 18 dicembre 2020.

fatti, supporre che il settore commerciale in aumento, possa avanzare domande *bottom-up* per aumentare la pressione sui governi al fine di coordinare le attività spaziali. Poiché in futuro, i privati si assumeranno maggiori responsabilità per il lancio di satelliti governativi, voli turistici, operazioni minerarie e per l'esplorazione planetaria, avranno l'esigenza di pretendere che delle linee guida sugli usi legittimi dello spazio extra-atmosferico possano essere adottate e rispettate, sia a livello nazionale che internazionale¹¹⁵.

3.5. *Conclusioni*- L'uso civile delle infrastrutture e degli oggetti spaziali è tanto rilevante quanto quello di sicurezza e difesa. Lo sviluppo scientifico e tecnologico è fattore altamente strategico per i paesi sviluppati, così come per i Paesi emergenti e in via di sviluppo, seppur in maniera differenziata, quanto il raggiungimento di obiettivi precisi in campo militare.

Per tale motivo, la conduzione pacifica di attività spaziali viene sovente svolta nella commistione di elementi di cooperazione e competizione e tra una varietà di attori che si sta progressivamente allargando: non solo governi ed enti pubblici nazionali con la loro capacità di accesso allo spazio manifestano la loro autorevolezza politica e il potere di influenzare le dinamiche geopolitiche internazionali, ma anche istituti di ricerca e università testimoniano la grande abilità di dar vita, in collaborazione, a nuovi trovati tecnologici e gli operatori privati che, nelle svariate configurazioni giuridiche (*start-up*, società, *joint venture*) alimentano il crescente mercato spaziale testimoniando il sempre più rilevante ruolo della commercializzazione spaziale.

Si tratta, dunque, di un contesto variegato di attori, tutti animati da ambizioni diversificate che attivano e danno vita a collaborazioni, competizioni e sfide, nella comune considerazione che le attività spaziali incidano sempre più fortemente nel dinamismo quotidiano delle comunità e delle popolazioni.

¹¹⁵ Le linee-guida dovranno comprendere questioni legate ai ruoli, ai finanziamenti e all'allocazione dei fondi, alle licenze, ai regimi di responsabilità civile e assicurativa, ai diritti di sfruttamento sulle risorse spaziali, ai controlli sull'esportazione, alla proprietà intellettuale.

CAPITOLO 4

I MODELLI DELLA COOPERAZIONE SPAZIALE

4.1. *Introduzione.*- Con la comparsa di nuovi attori nel settore spaziale, la cooperazione internazionale si è rivelata, in molti casi, il mezzo più adeguato per consentire a Paesi con limitate conoscenze tecnologiche o *know-how* di apprendere più velocemente dagli Stati tecnologicamente avanzati, definiti “*spacefaring nations*”. Come afferma Poulssen: «*La dipendenza emerge a causa di asimmetrie nel know-how scientifico e tecnologico, quindi anche da obbligazioni economiche date dal sottosviluppo di un Paese in termini di hardware e costi relativi alle missioni. La ricerca d'indipendenza, invece, sorge in determinate aree quali: condivisione delle capacità; trasferimento di tecnologie sensibili; implicazioni in materia di politica estera, economica e di sicurezza*»¹¹⁶.

La cooperazione spaziale emerge, dunque, come un'esigenza per accrescere o estendere la capacità tecnologica di una nazione, ma può rappresentare anche un'opportunità dal valore simbolico, come la “*ri-conciliazione*” tra *competitors*¹¹⁷ o l'espressione di un comune obiettivo di portata regionale¹¹⁸.

Alla fine della Guerra Fredda, il modello della cooperazione spaziale internazionale si manifesta in modalità diffusa (tutti, nessuno escluso) o selettiva (si sceglie il *partner* con cui collaborare). La cooperazione internazionale pone numerose sfide e solleva una serie di domande a cui cercheremo di dare una risposta in questo capitolo: perché avviene la cooperazione? Chi sono i principali attori coinvolti? Quali sono i processi attraverso cui gli attori si impegnano? Come interagiscono e come attivano la cooperazione internazionale? Quali sono le aree tematiche in cui avviene la cooperazione e secondo quali tipologie? E ancora: come cambierà la cooperazione a fronte di una

¹¹⁶ Cfr. J. POULSEN, *Rivals and Cooperation in Outer Space. The politics surrounding rivals and (non-)cooperation regarding space*, Master Thesis in International Studies at Leiden University, 6 settembre 2016.

¹¹⁷ Basti pensare al già accennato progetto sperimentale *Apollo-Soyuz* del 1975.

¹¹⁸ Come nel caso dell'ESA, in cui gli Stati promuovono obiettivi comuni investendo in capacità nazionali di ricerca ed industriali, con il risultato di accrescere la sovranità nazionale nella cooperazione internazionale.

nuova emergente competizione globale? Quale sarà il ruolo della comunità spaziale internazionale nello scacchiere geopolitico?

L'importanza assunta dalla cooperazione internazionale varia tra gli Stati a seconda delle loro esigenze: la maggior parte delle Nazioni non dispone delle risorse atte a poter portare a termine i propri obiettivi di esplorazione spaziale in solitudine. In tal caso, collaborare diviene imprescindibile se uno Stato vuole sviluppare ed affermare una propria capacità spaziale nazionale. Altri Stati, come gli USA, possiedono ingenti risorse tali da poter portare a termine i propri obiettivi programmatici in autonomia, pur tuttavia svolgono anch'essi programmi di cooperazione spaziale per ragioni politiche o scientifiche e per accrescere il loro *know-how*.

Per avere successo, la cooperazione tra gli Stati deve consentire ad ogni parte in causa di conseguire un'*utilità*. Essa può consistere in: risparmio di denaro, prestigio diplomatico, stabilità politica e alto livello di occupazione lavorativa. Nello specifico, *il risparmio di denaro* sta ad indicare che la cooperazione internazionale ha il potenziale di ridurre i costi che una parte deve sostenere distribuendo l'onere contributivo su altre nazioni. Sebbene la spesa complessiva di qualsiasi attività condotta in cooperazione internazionale sia maggiore, le singole voci di spesa sono ripartite tra più soggetti. Man mano che il costo per un *partner* diminuisce, aumenta l'utilità derivante dal coinvolgimento di altri attori. In secondo luogo, *il prestigio diplomatico* sta ad indicare che la partecipazione ad un programma spaziale di vasta portata aumenta l'influenza geopolitica delle nazioni coinvolte e, quindi, il loro peso nelle relazioni internazionali. Generalmente, più Paesi partecipano, maggiore sarà l'utilità e la rilevanza del programma. Tuttavia, non tutti i Paesi sono uguali e il valore dell'utilità conseguita singolarmente dipende dal flusso delle relazioni internazionali intrattenute in altri *fora*. In terzo luogo, la cooperazione spaziale consente di conseguire la *stabilità politica*: una volta che un programma condotto in cooperazione viene iniziato, il suo annullamento diventa incoerente con la visione politica di quel dato Paese, fintantoché il costo associato alla perdita di benefici diplomatici e gli effetti negativi della risoluzione di un accordo internazionale sia di entità maggiore al costo di mantenimento; laddove il costo si presenti sotto forma di danno alla reputazione o alla credibilità. In quarto luogo, la cooperazione consente di conseguire un alto livello di occupazione lavorativa perché un grande programma spaziale condotto in cooperazione aumenta l'ammontare delle entrate e il numero di posti di lavoro dispo-

nibili¹¹⁹. Diversamente, la competizione fa leva su altre forze, quali: l'orgoglio nazionale e la volontà di dimostrare una superiorità politica sugli altri attori; un incremento economico potenziale e dei benefici auto-educativi; l'ottimizzazione della sicurezza nazionale; la semplificazione del *project management* e/o la riduzione o l'eliminazione del rischio percepito.

Da quanto sopra, emerge che la cooperazione spaziale ha il potenziale di fornire vantaggi significativi a tutti i partecipanti se gestita correttamente. Infatti, vi sono degli elementi critici legati alla cooperazione. Si tratta dello stato delle *condizioni iniziali* al momento in cui si decide di condurre un programma congiunto, che sono delimitate dalla scienza, dalla tecnologia, dalla politica e dall'economia. Le condizioni iniziali permettono agli attori politici di coinvolgere altre entità rappresentate da esperti, Stati o organizzazioni internazionali. *Gli attori politici*, quali individui, gruppi, Stati, aziende private e organizzazioni che potrebbero avere la capacità giuridica di generare la cooperazione, possono dar vita a risultati diversificati. Gli studiosi che hanno tentato di sistematizzare l'argomento hanno fatto riferimento a: 1) una *contrattazione istituzionale*, laddove la cooperazione sia il risultato di sinergie e concertazione tra Stati e istituzioni internazionali; 2) un *processo comunitario epistemico*, in cui gruppi trans-nazionali condividono le conoscenze comuni nel metodo scientifico e le visioni, giungendo così a processi di concertazione con Stati e loro Agenzie spaziali; 3) un *condizionamento strutturale*; basato sulla realizzazione di ordinamenti di preferenza compatibili tra diversi attori politici egemonici; lo Stato quindi più preminente adotta politiche basate sul fatto che tutte le parti in causa trarranno benefici; 4) una *convergenza delle norme*, fondato su un approccio costi/benefici che orienta l'azione dello Stato: quando i benefici superano i costi, la cooperazione si avvia. Infine, nei processi di cooperazione, *l'insieme dei processi e delle strutture di mediazione politica* sono molto rilevanti perché in essi si traducono le condizioni iniziali e le forme di interazione tra gli attori politici¹²⁰. Essi danno vita a risultati politici istituzionalizzati o ad accordi politici di cooperazione.

¹¹⁹ Cfr. A. BRONIATOWSKI, G. RYAN FAITH, V. G. SABATHIER, *The Case for Managed International Cooperation in Space Exploration*, in *International Space Exploration Update*, in *Center for Strategic and International Studies*, Washington, 2006 in http://web.mit.edu/adamross/www/BRONIATOWSKI_ISU07.pdf, consultato il 1-12-2020.

¹²⁰ Cfr. E. SADEH, J. P. LESTER, W. Z. SADEH, *Modelling international cooperation for space exploration*, in *Space Policy*, 12 (1996) 3, pp. 207-223.

Di conseguenza l'attività di natura politica si converte in iniziative di natura normativa diversificate, che organizzano e strutturano l'attività di cooperazione nel settore spaziale. Il COPUOS, nel rapporto *Categorization of International Mechanisms for Cooperation in the Peaceful Exploration and Use of Outer Space* del 2015, ha individuato la natura delle attività oggetto della cooperazione tra le potenze spaziali in: commerciali; non-commerciali; ad uso civile e legate a questioni di sicurezza. Esso ha, inoltre, sintetizzato un elenco così posto, quanto agli ambiti: le scienze della terra, le scienze spaziali, la ricerca spaziale di base, gli esperimenti scientifici; l'esplorazione dello spazio, l'esplorazione nello spazio profondo, l'esplorazione spaziale umana; le applicazioni spaziali; l'osservazione della terra; le telecomunicazioni; la navigazione satellitare; la mitigazione dei detriti spaziali; la cooperazione commerciale; i lanci di oggetti spaziali stranieri; le esportazioni o le importazioni di satelliti, i razzi o altre componenti. Tali attività che possono dar vita a programmi in cooperazione, vengono negoziati politicamente e si possono concretizzare¹²¹, giuridicamente, in:

a) Accordi multilaterali, stipulati tra più Stati – se intergovernativi – o tra più enti pubblici – se in veste di *Memoranda of Understanding* e sono l'esempio lampante della cooperazione diffusa moderna o della cooperazione selettiva ad ampio raggio;

b) Accordi bilaterali, conclusi tra due Stati o tra due enti pubblici (questi ultimi nella forma di *soft law*) e identificano la cooperazione selettiva realizzata bilateralmente;

c) Accordi regionali che uno Stato decide di stipulare con altri *partner* appartenenti alla medesima area geografica per estendere o rafforzare la propria influenza in quel contesto geopolitico.

A questo riguardo, bisogna inoltre distinguere la cooperazione internazionale che si struttura per il tramite di trattati internazionali in senso stretto, conclusi dai Governi e, a seguito della ratifica, avente un valore giuridico vincolante per gli Stati ratificanti, detti anche *Intergovernmental agreements (IGA)*¹²², dai *Memorandum of Understanding*

¹²¹ UN COMMITTEE ON THE PEACEFUL USES OF OUTER SPACE. LEGAL SUBCOMMITTEE, *Categorization of International Mechanisms for Cooperation in the Peaceful Exploration and Use of Outer Space*, doc. A/AC.105/C.2/2015/CRP.15, 14 aprile 2015., p.3 in https://www.unoosa.org/pdf/limited/c2/AC105_C2_2015_CRP15E.pdf, consultato il 1-12-2020.

¹²² Come lo *Space Surveillance and Tracking (SST) Agreement* tra Stati membri europei per il miglioramento della rilevazione e catalogazione degli oggetti in orbita.

(*MoU*) inter-agenzia¹²³, che disciplinano le modalità di attuazione della cooperazione tra gli enti pubblici statali a questo deputati; i *Protocolli d'intesa*, gli *Implementing arrangements*, le *Letters of agreement* e le *Letters of intent*, tra attori vari, come i Centri di Ricerca e le Università,¹²⁴ il settore privato e le Agenzie spaziali¹²⁵ o all'interno del settore privato, tra *contractors* e *subcontractors*.

Al momento attuale, dunque, alle modalità di cooperazione tradizionalmente previste dai trattati internazionali, si sono sempre più affiancate forme di interazione più flessibili, nuovi strumenti di convergenza *ad hoc*, atti a regolare le collaborazioni e le relazioni internazionali sotto forma di coordinamento internazionale non pattizio o meccanismi multilaterali di coordinamento *soft*, come l'*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC)*; l'*International Space Exploration Forum (ISEF)*; il *Group on Earth Observation (GEO)*; il *Committee on Earth Observation Satellites (CEOS)* e *International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG)*.

Siamo, dunque, di fronte ad un'evoluzione strutturale della comunità spaziale internazionale, dove l'istituzione di Comitati e *fora* internazionali si sta affiancando, sempre più, agli strumenti classici della cooperazione convenzionale¹²⁶.

4.2. *La cooperazione diffusa: il COPUOS.*- Per *cooperazione diffusa* intendiamo quella forma di cooperazione in cui nessun *Paese/Partner* viene escluso da essa *a priori*. Si tratta di un modello di cooperazione che prevede il coinvolgimento dell'intera comunità spaziale internazionale, diversamente da quanto avviene con la *cooperazione selettiva*, ove il *Paese/Partner* sceglie volontariamente con chi cooperare e chi escludere sulla base di valutazioni politiche, economiche o di competizione commerciale.

¹²³ Un esempio è il *Memorandum* concluso il 9 ottobre 1997 tra ASI e Nasa per la progettazione, lo sviluppo e l'operatività di tre moduli logistici per la Stazione Spaziale internazionale; ma si può menzionare anche il *Memorandum* concluso tra ESA e Agenzia spaziale del Lussemburgo per l'istituzione di un "Centro europeo per l'innovazione delle risorse spaziali".

¹²⁴ Come accade spesso nel *cluster* delle cento maggiori istituzioni accademiche americane, l'*Universities Space Research Association*.

¹²⁵ Come i contratti conclusi tra NASA e *SpaceX*, che hanno consentito di trasportare astronauti verso la stazione spaziale dalla superficie terrestre. La NASA ha, inoltre, affidato a *SpaceX*, ma anche a *Blue Origins* e *Dynatics* la progettazione e la costruzione di un sistema di trasporto dall'orbita lunare alla superficie della Luna.

¹²⁶ Cfr. G. ARRIGO, *Dalla cooperazione al coordinamento spaziale internazionale: un sistema in continua evoluzione*, in *Studi in onore di Claudio Zanghì*, Giappichelli, Torino 2011.

Le Nazioni Unite sono l'Organizzazione internazionale per eccellenza che opera secondo il modello della cooperazione diffusa e condivisa, in quanto Organizzazione intergovernativa a carattere universale. Nello specifico, l'articolo 2 della Carta delle Nazioni Unite esprime con chiarezza tale concetto, ritenendo un principio fondante dell'Organizzazione stessa la *sovrana eguaglianza di tutti i suoi Membri*. Inoltre, all'articolo 4, con riferimento a chi può ricoprire il ruolo di membro dell'Organizzazione, ci si riferisce alla categoria degli *Stati amanti la pace che accettano gli obblighi del presente Statuto e che, a giudizio dell'Organizzazione, sono capaci di adempiere tali obblighi e disposti a farlo*¹²⁷, sottoponendo l'ammissione ad un solo requisito formale: la *decisione dell'Assemblea Generale su proposta del Consiglio di Sicurezza*¹²⁸.

Per quanto riguarda le tematiche prettamente spaziali, in seno alle Nazioni Unite due sono gli organismi principali che se ne occupano: la Conferenza sul Disarmo, con sede a Ginevra, nella quale si discute della non proliferazione e della riduzione delle armi nucleari e dei relativi *International Arrangements*, e il Comitato per l'Uso Pacifico dello Spazio Extra-atmosferico (COPUOS), con sede a Vienna. Altre agenzie specializzate delle Nazioni Unite utilizzano, poi, la tecnologia spaziale nelle loro attività e progetti. Tra queste la *Food and Agriculture Organization* (FAO), la *International Atomic Energy Agency* (IAEA), la *International Civil Aviation Organisation* (ICAO), l'*International Telecommunication Union* (ITU), l'*United Nations Department on Safety and Security*, l'*United Nations Development Programme* (UNDP), l'*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), l'*United Nations Environmental Programme* (UNEP), l'*United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), l'*United Nations High Commissioner for Refugees* (UNHCR), l'*United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO), l'*United Nations Office on Disaster Risk Reduction* (UNISDR), il *World Food Programme*, il *World Health Organization* (WHO), il *World Meteorological Organization* (WMO) e tante altre ancora che dal 2004 si riuniscono annualmente con l'UNOOSA (*United Nations Office for Outer Space Affairs*) e, in particolare, per

¹²⁷ Art. 4.1 Carta delle Nazioni Unite.

¹²⁸ Art. 4.2 Carta delle Nazioni Unite.

rispondere insieme agli obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030¹²⁹.

Istituito nel 1958, con la Risoluzione n. 1348 (XIII) dell'Assemblea Generale, il COPUOS è divenuto suo organo sussidiario permanente nel 1959, con la Risoluzione n. 1472 (XIV), con il mandato di promuovere la cooperazione internazionale in materia di utilizzo pacifico dello spazio¹³⁰ e favorire la realizzazione di programmi spaziali, in particolare a favore dei Paesi in via di sviluppo. Il Comitato attualmente conta 95 Paesi membri, di cui molti in via di sviluppo ed emergenti. Il Comitato funziona con due Sottocomitati, uno Tecnico e Scientifico (STSC), l'altro giuridico (LSC) che assistono il COPUOS nello studio e nelle proposte concernenti gli aspetti tecnico-scientifici e giuridici delle attività spaziali a scopi pacifici.

Sia il Comitato, che i due Sottocomitati, quando gli Stati Membri lo ritengono necessario, possono istituire Gruppi di Lavoro a tempo con specifici mandati. Tra questi, recentemente alcuni hanno assunto un rilievo particolare, come il *Working Group on the "Space 2030" Agenda* all'interno del Comitato principale e il *Working Group on the Long-term Sustainability of Outer Space Activities*, all'interno del STSC. Il primo *Working Group* si pone l'obiettivo di implementare l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite attraverso un'Agenda "*Space2030*" e un suo piano di attuazione, che siano in grado di delineare una visione globale ed inclusiva a lungo termine delle attività spaziali, perché esse possano essere di uno strumento per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, in grado di facilitare l'accesso allo spazio per tutti, in particolare i Paesi in via di sviluppo, attraverso la conclusione di accordi multilaterali, regionali e bilaterali. Il secondo *Working Group on the Long-term Sustainability of Outer Space Activities* ha lo scopo di individuare aree critiche riguardanti la sostenibilità delle attività spaziali e di proporre azioni per preservare l'ambiente spaziale. Ad oggi, grazie al lavoro e al negoziato avvenuto in seno a questo WG, il Comitato ha adottato 21 linee guida per preservare o ridurre i rischi alla sostenibilità delle attività spaziali, suddivise in quattro pilastri: quadro politico e giuridico delle attività spaziali (5 linee guida), la sicurezza delle operazioni spaziali (10 linee

¹²⁹ UNITED NATIONS. OFFICE OF OUTER SPACE AFFAIRS, *Inter-Agency Meeting*, in <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/un-space/iam.html>

¹³⁰ Cfr. ASSEMBLEA GENERALE ONU, *Risoluzione n. 1472 (XIV) International cooperation in the peaceful uses of outer space*, 12 dicembre 1959, in https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_14_1472E.pdf, consultato il 16-01-2021.

guida), cooperazione internazionale/*capacity building*/consapevolezza (4 linee guida), ricerca scientifica e tecnologica (2 linee guida)¹³¹. Diversamente dal primo Gruppo di Lavoro, questo secondo tratta argomenti in cui la convergenza e, dunque, la cooperazione diffusa, è particolarmente complessa. Non sorprende, pertanto, che i lavori procedano a rilento. Sarebbe molto più facile realizzare forme di cooperazione selettiva, ma proprio in questi casi e su queste tematiche le Nazioni Unite rappresentano allo stesso tempo una necessità e un vantaggio, se si pensa all'imprescindibile ruolo di tale Organizzazione nella capacità di aumentare una consapevolezza *globale* dell'importanza della sostenibilità spaziale, oltretutto di promuovere i relativi servizi di sviluppo delle capacità per le *nazioni emergenti* che viaggiano nello spazio.

Il COPUOS, infatti, ha il grande merito di aver acceso l'attenzione sulla opportunità di utilizzare le tecnologie spaziali a favore dei Paesi in via di sviluppo tramite numerosissimi progetti e attività di *capacity building*, grazie alla collaborazione di numerose agenzie spaziali nazionali ed internazionali. I progetti che utilizzano prodotti e applicazioni spaziali a beneficio di tali Stati sono in diversi campi: dall'agricoltura alla pesca, dalla salute all'ambiente, dall'educazione ai trasporti, dalle comunicazioni all'assistenza umanitaria¹³².

Negli ultimi anni, poi, l'Ufficio degli Affari Spaziali (OOSA) delle Nazioni Unite, che funge da Segretariato del COPUOS, nella sua autonomia funzionale, ha anche attivato *partnership* con diversi soggetti e *stakeholders* della comunità internazionale, tra cui anche attori privati, per promuovere la cooperazione e l'accesso allo spazio da parte dei Paesi in via di sviluppo¹³³.

Al momento, il COPUOS è tra i comitati che stanno crescendo più rapidamente all'interno dell'ONU: dal 2014 ad oggi gli Stati membri sono passati da 76 a 95, con un considerevole aumento del 25%. Il COPUOS, inoltre, mostra una elevata capacità decisionale basata su consenso generale che avvalora l'importanza del multilateralismo e rafforza il ruolo delle Nazioni Unite nel mantenere l'uso pa-

¹³¹ Cfr. P. MARTINEZ, *The UN COPUOS LTS Guidelines, Early implementation experiences and next steps in COPUOS*, in *UN Space Law Conference: perspectives for African Nation*, 8-10 December 2020.

¹³² Cfr. UNITED NATIONS, OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS, *Benefits of Space for Humankind*, in <https://www.unoosa.org/oosa/en/benefits-of-space/benefits.html>, consultato il 1-02-2021.

¹³³ Tra questi anche la Società italiana AVIO e la francese Airbus.

cifico dello spazio extra-atmosferico¹³⁴. Negli anni l'ONU ha dimostrato di essere l'arena internazionale per individuare e risolvere in modo puntuale le sfide complesse del settore spaziale. I principi fondamentali contenuti nei trattati formano ancora la base necessaria per costruire un solido quadro operativo per le attività spaziali. L'ONU, grazie al suo posizionamento a livello globale, rimane l'arena multilaterale per eccellenza del confronto internazionale. Ciò che era vero sessant'anni fa in occasione della prima riunione del COPUOS continua a esserlo anche oggi.

La comunità internazionale deve affrontare sviluppi costanti nel settore spaziale e adattarsi a nuove strutture e sfide. Gli ultimi decenni hanno ridisegnato il modo in cui si opera nello spazio. Nuove sfide, come i detriti spaziali e la loro rimozione, la registrazione di sempre più numerosi oggetti spaziali, il turismo spaziale o l'estrazione e l'utilizzo delle risorse spaziali pongono quesiti al diritto spaziale esistente. Occorre lavorare insieme, in maniera responsabile, in un clima di fiducia e trasparenza, con valori comuni, volti a mantenere l'ambiente spaziale sicuro, protetto e sostenibile¹³⁵.

4.3. *La cooperazione spaziale regionale: un confronto tra aree del mondo.*

4.3.1. *I fattori che innescano la cooperazione regionale.*- Con il termine *regione* ci si riferisce ad un livello compreso tra la scala globale e quella nazionale, composto da un insieme di unità geograficamente raggruppate in una qualche forma politica stabile, distinta e indipendente. Il *regionalismo* è, invece, «l'insieme delle pratiche istituzionalizzate e il processo che coinvolge gli attori in gioco»¹³⁶. Un regime regionale, stabilito per i Paesi appartenenti ad una regione geografica o per un gruppo di Stati vicini, che in modo comune rivendicano la propria identità, può essere rappresentato da un insieme di principi, norme, regole e procedure decisionali implicite/esplicite attorno alle quali convergono le aspettative degli attori in una precisa area delle relazioni internazionali. Gli attori di una comunità spaziale regionale, dunque, sono coloro che uniscono gli sforzi, i beni e le ca-

¹³⁴ Cfr. S. DI PIPPO, *Spazio, la nuova sfida dell'ONU*, Fondazione Leonardo, 5 marzo 2020, in <https://fondazioneleonardo-cdm.com/it/civilita-delle-macchine/nuove-edizioni/marzo-2020/spazio-la-nuova-sfida-dellonu/>. Consultato il 2-02-2021.

¹³⁵ Cfr. S. DI PIPPO, *Idem*.

¹³⁶ Cfr. P.J. KATZENSTEIN, *The dynamics of East Asia*, Cornell University Press, Londra 2006, p.12.

pacità per raggiungere obiettivi comuni. Spesso queste iniziative dopo un certo tempo si consolidano grazie alla creazione di istituzioni, regolamenti, norme che danno vita alla *governance* regionale.

La cooperazione spaziale regionale può nascere da vari fattori, quali:

a) *le dinamiche*. I Paesi che avviano la regionalizzazione spaziale attraverso iniziative di natura cooperativa tendono a voler dimostrare la propria *leadership* e mantenere gli equilibri di potere nei confronti del proprio vicinato. La regionalizzazione è qui intesa anche come "prospettiva", in quanto avviare un processo di regionalizzazione estenderebbe geograficamente l'influenza del Paese interessato ed amplierebbe il *range* dei *partner* commerciali, aprendo nuovi canali per l'industria spaziale nazionale. Nel caso in cui nella medesima regione vi siano due o più potenze spaziali può accadere che il Paese pioniere della regionalizzazione, si trovi contrastato e frenato da altre potenze regionali che scelgono di competere con esso, duplicandone le azioni;

b) *lo sviluppo di una capacità regionale indipendente*. Può profilarsi l'obiettivo di costituire un sistema spaziale regionale specifico ed "esclusivo" in campi che spaziano dalle trasmissioni radiofoniche e televisive alla mitigazione dei disastri ambientali, dal posizionamento e la navigazione satellitare ai sistemi di osservazione della Terra. La regionalizzazione è intrapresa seguendo una logica funzionale e sulla base del rapporto costi-benefici che ne deriva per ciascun attore coinvolto nel progetto di cooperazione. Sviluppare una propria capacità spaziale e saperla mantenere è un'attività estremamente costosa e difficilmente sostenibile in modo solitario; unire gli sforzi per garantire la prosperità è stata per molti Paesi la strategia ottimale fin dall'inizio della democratizzazione dello spazio nel periodo post-Guerra fredda;

c) *la necessità di stabilire una governance*. Durante il processo di regionalizzazione, gli Stati negoziano misure di natura normativa comuni come convenzioni internazionali, regolamenti, direttive, linee guida, *standard* per evitare che i sistemi nazionali si sovrappongano o generino tra loro interferenze. Il percorso di perfezionamento di un sistema regionale dipende dalle valutazioni strategiche e funzionali degli Stati membri: l'istituzione dell'*Arab Satellite Communications Organisation*, dell'*Asia-Pacific Broadcasting Union* e della *Regional African Satellite Communications Organisation* (RASCOM) sono classici esempi di cooperazione spaziale regionale a fini governativi,

che hanno dato vita all'interoperabilità dei diversi sistemi spaziali di una data regione;

d) *la competizione extra-regionale*. Le potenze spaziali consolidate e tecnologicamente avanzate generano stimoli, forze centripete che facilitano l'aggregazione di nuovi attori spaziali regionali¹³⁷. Per le potenze spaziali, infatti, è agevole promuovere l'istituzionalizzazione di una realtà regionale come forma di rafforzamento di legami commerciali, aumento dell'influenza politica o come attrattiva per Paesi non spaziali al fine di offrire lo spazio come merce di scambio. Viceversa, e altrettanto potente, è la situazione nella quale, pur sponsorizzando il regionalismo, le potenze spaziali non forniscano assistenza per far ottenere la piena capacità spaziale agli altri Stati né la offrano gratuitamente; gli incentivi allettanti legati al raggiungimento o mantenimento degli accordi sono spesso accompagnati da condizioni rigorose, che possono spingere le parti interessate a cercare la propria indipendenza e creare così i propri *cluster* regionali;

e) *lo sviluppo del regionalismo in altre aree*. Il successo di alcune esperienze di cooperazione regionale (su tutte quella europea con l'ESA) è servita come *booster* di iniziative di cooperazione regionale grazie al cosiddetto "*mirror effect*" e di cui abbiamo oggi esempi importanti quali: l'APRSAF a guida giapponese, la cinese APSCO, i dibattiti sulla costituzione di un'Agenzia spaziale del Medio-Oriente, la proposta di costituzione di un'Agenzia spaziale dell'ASEAN, i tentativi di istituzione di un'Agenzia Spaziale Latinoamericana e dei Caraibi (ALCE)¹³⁸, l'intenzione di dar vita ad un'Agenzia spaziale africana, che emerge chiaramente dalla decisione del 2017 dell'Assemblea Generale dell'Unione africana, in grado di armonizzare i dettami che fuoriescono dalle agenzie spaziali nazionali esistenti nel continente africano e dall'ALC (*African Leadership Conference on Space Science and Technology for Sustainable Development*), la RASCOM e l'ARMS-C (*African Resource Management System–Constellation*);

f) *l'appoggio e la promozione da parte della comunità globale*. In attuazione del principio di sussidiarietà, il COPUOS e l'ITU (*International Telecommunication Union*) spesso incoraggiano il modello della cooperazione spaziale regionale al fine di poter attuare la loro

¹³⁷ C. AL-EKABI, B. BARANES, P. HULSROJ, A. LAHCEN, *Yearbook on Space Policy 2014: The governance of space*, ESPI, Springer 2015, pp. 187-190.

¹³⁸ Il ministro degli esteri messicano, Marcelo Ebrard, e quello argentino, Felipe Solà, il 9 ottobre 2020 siglano l'accordo di cooperazione per la costituzione dell'ALCE, cui nei mesi successivi aderiranno altri Paesi del sud e centro America.

politica globale attraverso programmi e progetti adeguati ad una determinata area geografica. Questo sostegno offre un apporto vitale (in termini di legittimità e interconnessione tra i *cluster* spaziali internazionali) e un supporto materiale (come mezzi finanziari o assistenza amministrativa) soprattutto in quelle regioni in via di sviluppo o tecnologicamente non avanzate. Esempi concreti di supporto globale ai regimi regionali possono essere visti nella sponsorizzazione dell'ONU alla CEA (*Space Conference of the Americas*) che fin dagli anni Novanta si occupa di sviluppo socioeconomico dell'America Latina e dei Caraibi; l'istituzione, da parte dell'UNOOSA (*UN Office for Outer Space Affairs*) di due centri di ricerca in Africa¹³⁹; l'organizzazione, da parte dell'ITU, di *workshop* regionali *bottom-up*, come quelli in seno alla *Commonwealth of Independent States* (CSI) per la diffusione di informazioni e linee guida relative al *management* di progetti di stampo cooperativo regionale; la Carta dei disastri dell'ASEAN del 2005,¹⁴⁰ ad esempio, è la testimonianza di un'azione regionale nata in risposta al piano decennale *Liao e Hyogo Framework for Action 2005-2015*, nel contesto della *International Strategy for Disaster Reduction* (ISDR).

4.3.2. *Lo sviluppo della cooperazione spaziale regionale in Africa, Sud-est asiatico, Medio Oriente, America Latina ed Europa.*- La cooperazione spaziale regionale è diventata ormai da decenni una tendenza crescente all'interno della comunità spaziale internazionale.

In Africa, la corsa allo spazio ha nel tempo rappresentato una possibilità di riscatto e uno strumento per promuovere lo sviluppo sostenibile. Il continente africano ha visto ben undici Paesi lanciare un proprio oggetto spaziale in orbita¹⁴¹. Le agenzie spaziali nazionali formalmente costituite sono invece sette¹⁴², ben quarantuno satelliti sono stati messi in orbita a dimostrazione di un *trend* in crescita¹⁴³. L'Africa già nei prossimi dieci anni rappresenterà il mercato con il maggior numero di utenti finali (si calcola che nel 2050 saranno ben 2,5 miliardi di persone) e questi sono dati che vanno di pari passo con

¹³⁹ Il Centro africano per la scienza e la tecnologia spaziale (CRASTE-LF) e il Centro regionale africano per l'educazione spaziale e tecnologica (ARCSSTE-E).

¹⁴⁰ La Carta dei disastri dell'ASEAN del 2005 si occupa di tecnologia di telerilevamento, comunicazione e navigazione satellitare, mitigazione dei disastri ambientali.

¹⁴¹ Si tratta di Algeria, Angola, Egitto, Sud Africa, Ghana, Kenya, Marocco, Nigeria, Rwanda, Sudan ed Etiopia.

¹⁴² Nello specifico, Algeria, Egitto, Kenya, Marocco, Nigeria, Sudafrica e Zimbabwe.

¹⁴³ Nel 2017 sono stati lanciati sette satelliti; nel 2019 otto.

l'emergere di una classe media in vari stati africani e con i benefici economici legati all'entrata in vigore dell'*African Continental Free Trade Area* (AFCFTA), il quale rappresenterà l'area di libero scambio più vasta del mondo con un PIL complessivo di 2500 miliardi di dollari. Secondo l'*African Space Industry Annual Report* del 2019¹⁴⁴, l'industria spaziale africana genera annualmente più di 7 miliardi di dollari all'anno e si prospetta una crescita fino a 10 miliardi di dollari nel 2024. I principali motori della scienza spaziale, della tecnologia e dello sviluppo delle politiche sono scienziati e funzionari africani che sfruttano strategicamente i partenariati internazionali per adempiere ai mandati spaziali domestici.

Pertanto, lo sviluppo della tecnologia spaziale nel continente africano è meglio caratterizzato come un mosaico complesso composto da diversi attori, modelli di investimento specifici per Paese e una solida attività pubblico-privata¹⁴⁵. A questo riguardo, l'Unione Africana, con l'Agenda 2063, ha elaborato una politica spaziale continentale, in cui si afferma che: «*La strategia per lo spazio esterno mira a rafforzare l'uso dello spazio per sostenere il suo sviluppo. Lo spazio esterno è di fondamentale importanza per lo sviluppo dell'Africa in tutti i campi: agricoltura, gestione dei disastri, telerilevamento, previsioni climatiche, banche e finanza, nonché difesa e sicurezza. L'accesso dell'Africa ai prodotti della tecnologia spaziale non è più una questione di lusso ed è necessario accelerare l'accesso a queste tecnologie e prodotti. I nuovi sviluppi nelle tecnologie satellitari le rendono accessibili ai Paesi africani e sono necessarie politiche e strategie appropriate per sviluppare un mercato regionale per i prodotti spaziali in Africa*»¹⁴⁶.

Con questo spostamento della percezione della tecnologia spaziale da settore di nicchia a infrastruttura critica, esiste anche una rete emergente di giovani professionisti, sia dal punto di vista scientifico che imprenditoriale, che stanno costruendo reti di pari a livello globale e conseguendo capitali dall'esterno del continente. A questo riguardo, la RASCOM (*Regional African Satellite Communication Organization*) rappresenta un importante progetto concreto verso una coopera-

¹⁴⁴ AFRICAN SPACE INDUSTRY ANNUAL REPORT – 2019 EDITION, in <https://africanews.space/product/african-space-industry-annual-report-2019-edition/>, consultato il 12-01-2021.

¹⁴⁵ Cresce infatti la costellazione di startup *New Space* in grado di attrarre più di 200 milioni di dollari di valutazione combinata

¹⁴⁶ AGENDA 2063: *The Africa We Want*, in <https://au.int/en/agenda2063/overview>, consultato il 12-01-2021.

zione spaziale nel continente. L'organizzazione, dopo anni di studio, è riuscita a far lanciare nel 2007 da Kourou il primo satellite per le telecomunicazioni (*RascomStar-QAF-1*), basato sulla tecnologia ESA, al fine di ridurre il *digital divide* tra le zone rurali e urbane in Africa e concorrere a una crescita economica di tutta la regione. Un progetto che ancora oggi è *in itinere* e ha avuto ulteriori sviluppi con la realizzazione di un secondo satellite. Esso mira a tre fondamentali obiettivi collegati al superamento dell'arretratezza in tema di telecomunicazioni: la riduzione della dipendenza dagli Stati Uniti e dall'Europa, facendo risparmiare diversi milioni di dollari all'anno e garantendo con proprie tecnologie tutta la telefonia integrata; la presa d'atto dei vari governi che, sfruttando la tecnologia, si possono abbattere muri sociali e etnici, grazie alla cooperazione unitaria in tutto il continente, sulla scorta dei nuovi programmi di unità africana portati avanti da molti Paesi che perseguono comuni obiettivi sotto l'egida di una vera Unione Africana; l'avviamento di una pianificazione a lungo termine di tutto l'indotto nel campo dei servizi, della manifattura e delle infrastrutture di terra. Oltre ai programmi della RASCOM; vi sono poi altre iniziative portate avanti da agenzie spaziali nazionali.

La SANSa (*South African National Space Agency*), guiderà un progetto denominato *Africa Resource Management Constellation* (ARMS-C) per conto di Sud Africa, Nigeria, Algeria e Kenya, con l'obiettivo finale di aiutare a proteggere le risorse naturali del continente attraverso il lancio di una costellazione satellitare panafricana (Sud Africa, Nigeria, Algeria e Kenya)¹⁴⁷.

Nel febbraio del 2018, a prova del fattore di spinta delle istituzioni globali nei confronti del regionalismo, il Kenya (che aveva appena lanciato il suo primo satellite *IKUNS-PF*) ha ospitato a Nairobi l'*International Space Forum*, promosso dall'Agenzia Spaziale Italiana, in collaborazione con l'*International Astronautical Federation* e l'Agenzia Spaziale Keniota, a cui hanno preso parte più della metà dei Paesi africani con ben 29 delegazioni. L'obiettivo centrale è stato quello di contribuire allo sviluppo dell'Africa attraverso l'uso della tecnologia e dei servizi spaziali per rispondere anche al raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Infatti, i lavori si sono focalizzati su tre temi fondamentali: la *space partnership*, la sostenibilità ambientale e il *capacity buil-*

¹⁴⁷ Così in SOUTH AFRICAN NATIONAL SPACE AGENCY, *Africa Resource Management Constellation (ARMS - C)*, in <https://www.sansa.org.za/2019/08/13/pan-african-satellite-constellation-in-the-works/>, consultato il 12-01-2021.

ding. Per la prima volta, Paesi africani hanno parlato di sviluppo spaziale del continente, seduti allo stesso tavolo in un contesto internazionale con ben 14 agenzie spaziali di altri continenti e hanno adottato una dichiarazione finale che riassume i lavori e contiene alcune raccomandazioni, tra le quali un maggior coinvolgimento di tutti i paesi africani a livello scientifico, universitario e di ricerca per aumentare il numero di professionisti ed esperti nel settore spaziale; la promozione del *networking* tra università e accademie africane per sostenere meglio lo sviluppo di capacità spaziali mettendo in comune e coordinando le risorse esistenti e per diffondere la conoscenza tra tutti i paesi africani; considerare i centri e le strutture spaziali esistenti in Africa come le risorse di partenza su cui costruire una rete di infrastrutture per dar vita ad un programma di sviluppo delle capacità e una *roadmap* sostenibili; accrescere la collaborazione tra i programmi spaziali nazionali africani per garantire sicurezza, pace e stabilità e sostenere, a tal fine, la proposta dell'istituzione di Agenzia Spaziale Africana continentale.¹⁴⁸

A giugno 2018, invece, durante la conferenza UNISPACE+50 promossa dalle Nazioni Unite per celebrare 50 anni di cooperazione spaziale internazionale, molti Stati africani hanno preso coscienza dell'importanza di tematiche come il rafforzamento della cooperazione spaziale per garantire gli equilibri planetari e la salute della Terra, il monitoraggio dell'ambiente e la tutela delle comunità più deboli, il riconoscimento di principi fondamentali come il *capacity building*. Con il *Programme on Space Applications*, l'UNOOSA intende oggi supportare tutti i Paesi in via di sviluppo per incentivare le iniziative tecnologiche e scientifiche di base e ha realizzato diversi Centri Regionali in Marocco e Nigeria che svolgono la funzione di presidi per la formazione tecnica e lo sviluppo di una coscienza spaziale che pian piano porti i suoi frutti e che possa, con la sinergia dei governi ed enti locali, delle università, dei centri di ricerca, delle organizzazioni ed agenzie nazionali e degli investitori internazionali, lanciare l'Africa verso un posto di primo piano e di indipendenza, così come auspicato dall'ambiziosa Agenda 2063 per l'Africa.

Nel 2019 importante è stato ciò che è emerso dall'ALC (*African Leadership Conference on Space Science and Technology for Sustainable Development*), concentrata sulla politica spaziale africana, lo

¹⁴⁸ INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL FEDERATION, *International Space Forum at Ministerial Level, the African Chapter – ISFNairobi*, in <https://www.iafastro.org/events/international-space-forum-at-ministerial-level-isf/international-space-forum-at-ministerial-level-2017>

sviluppo del capitale umano, i programmi spaziali futuri e lo sviluppo dell'industria. Tutti questi obiettivi sono stati armonizzati nel quadro della costituzione di un'Agenzia spaziale africana in grado di riassumere e portare avanti la cooperazione regionale, sfruttando le capacità delle diverse agenzie, istituti di ricerca e professionisti di tutto il continente. A questo fine, già nel 2017 l'Assemblea Generale dell'Unione Africana (AU) aveva approvato in via definitiva il progetto di un'*African Space Agency* (ASA) che prevedesse tra gli obiettivi chiave, o *flagships*, dell'Agenda 2063, «l'ambizioso programma di sviluppo approvato dall'AU nel 2015 [...] L'ASA dovrebbe diventare operativa, sempre secondo le stime dell'Unione Africana, entro il 2023 e avrà sede al Cairo, in Egitto».¹⁴⁹ Tuttavia, vi è stato chi ha espresso forti dubbi non solo sulla sostenibilità finanziaria del progetto ma anche sugli obiettivi che l'AU si è prefissata di raggiungere¹⁵⁰. I piani per un'ASU sono stati inclusi come programma faro per l'Agenda 2063, ma il nuovo rapporto sui progressi, pubblicato l'8 febbraio 2020 prima del 33° Vertice dei Capi di Stato dell'UA ad Addis Abeba, in Etiopia, afferma che da allora sono stati fatti pochi passi in avanti, seppur sia stata ribadita la forte intenzione di progredire nella discussione delle questioni sollevate e l'impegno anche finanziario per aiutare i Paesi africani a formare scienziati in ambiti come l'osservazione della Terra, la comunicazione satellitare, la navigazione e il posizionamento, nonché l'astronomia¹⁵¹.

La regione del Sud-Est Asiatico, costituita da Brunei, Cambogia, Indonesia, Laos, Malesia, Birmania, Filippine, Singapore, Thailandia, Timor Est e Vietnam, è stata al centro dell'attenzione mondiale per il repentino sviluppo economico e tecnologico. Alcuni di questi Paesi hanno già una propria agenzia spaziale¹⁵², dimostrando non solo l'interesse per il settore aerospaziale ma anche l'effettiva capacità di sviluppo tecnologico. I Paesi della regione sono raggruppati nell'ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*), istituita nel 1967 e che attualmente conta l'8,8% della popolazione mondiale (650 milioni di abitanti), vanta un'economia in rapida crescita (con un tasso

¹⁴⁹ Cfr. L. M. RUGGERI MASINI, *Spazio nero. La corsa spaziale africana all'ombra della rivalità tra Washington, Mosca e Pechino*.

¹⁵⁰ Cfr. P. MARTINEZ, intervistato da PHYSICSWORLD.COM, *Plans for African Space Agency jeopardized by lack of progress*, in <https://physicsworld.com/a/plans-for-african-space-agency-jeopardized-by-lack-of-progress>.

¹⁵¹ AFRICAN CAPACITY REPORT 2019, in <https://au.int/en/documents/20190307/african-capacity-report-2019>, consultato il 12-01-2021.

¹⁵² Così Vietnam, Malesia, Filippine, Indonesia, Thailandia.

annuale medio intorno al 5%) ed un PIL complessivo di 2.500 miliardi di euro. I dieci Paesi ASEAN costituiscono oggi la quinta economia mondiale. Il Segretariato ASEAN è situato a Jakarta dove due volte l'anno si svolge l'*ASEAN Summit*, la riunione di Capi di Stato e di Governo durante la quale vengono stabilite le linee guida, prese decisioni su questioni chiave e affrontate situazioni di emergenza. L'ASEAN negli ultimi anni si è approcciata al settore spaziale, riconoscendone l'importanza, come dichiarato nello *Statement on Behalf of the Association of the Southeast Asian Nations* del 19 ottobre 2016: «L'ASEAN riconosce che lo spazio è un ambito rilevante per un ampio spettro di attività umane, incluse la navigazione, le comunicazioni e il commercio. L'ASEAN è convinta che la tecnologia spaziale e le sue applicazioni forniscono strumenti indispensabili per affrontare numerose sfide, come anche per contribuire alla 2030 Agenda for Sustainable Development»¹⁵³.

Nella Regione, i più importanti attori spaziali quali Vietnam, Malesia ed Indonesia, posseggono programmi spaziali indipendenti e non coordinati tra loro, pur essendo le esigenze al centro delle loro *space policies* estremamente simili in molti ambiti: dalle catastrofi naturali ai problemi economici, dalle questioni legate alla sicurezza allo sviluppo della tecnologia. Molti sono gli ostacoli da affrontare e forse l'unione e il coordinamento delle forze potrebbe portare benefici, anche dal punto di vista della formazione e della ricerca scientifica. Oggigiorno, infatti, questi paesi sono costretti a chiedere aiuto alle grandi potenze, le quali, agendo con il fine di fornire *know-how* scientifico e la promessa di rendere tali Stati autonomi, continuano a considerarli "clienti" o debitori.

In Medio Oriente e in America Latina la situazione legata alla cooperazione regionale è ancor meno sviluppata e percepibile, seppure negli ultimi anni siano in corso dibattiti e si percepisca un'aria di cambiamento in seno ai rispettivi *fora* spaziali regionali al fine di costituire, o perlomeno porre le basi, per una visione comune che potrebbe esplicitarsi in un coordinamento istituzionalizzato, attraverso la creazione di un'Agenzia spaziale regionale.

Nello specifico, il Medio Oriente è una regione geopolitica in preda alle differenze e disuguaglianze tra i suoi Stati. Tralasciando la situazione dell'Iran e di Israele – non considerabili come nazioni spa-

¹⁵³ STATEMENT ON BEHALF OF THE MEMBERS OF THE ASSOCIATION OF SOUTHEAST ASIAN NATIONS, *Thematic Discussion on Conventional Weapons of the First Committee*, 72a Sessione dell'Assemblea generale dell'ONU

ziali emergenti –, i Paesi del Golfo come gli Emirati Arabi, l'Arabia Saudita, il Bahrein, il Qatar e il Libano hanno trovato nel settore energetico il loro punto di forza e ricchezza. A causa dei cambiamenti globali, questi Paesi hanno attivamente cercato la diversificazione delle loro economie attraverso la creazione di programmi di sviluppo e piani mirati al progresso tecnologico altamente innovativo e alla creazione di società e servizi basati sul *know-how*. È stato dimostrato come il settore spaziale sia ormai una priorità in questo piano di sviluppo, in quanto settore altamente strategico e *innovation-driven*.

Gli Emirati Arabi Uniti hanno, pertanto, istituito la loro Agenzia Spaziale nel 2014, sviluppato una *space policy* e una strategia spaziale nazionale con l'obiettivo di dimostrarsi *leader* nella regione. L'Arabia Saudita sta formalizzando la sua Agenzia Spaziale, il Bahrein e il Kuwait stanno lavorando al lancio del primo satellite e allo sviluppo di capacità satellitari; il Libano e la Giordania considerano le attività spaziali rilevanti per crescere a livello socioeconomico e rafforzarsi. Tuttavia, essendo il Medio Oriente una regione lacerata dai conflitti interni ed esterni, diversi Paesi sono afflitti dalle situazioni umanitarie da fronteggiate. Lo spazio e la cooperazione regionale potrebbe, dunque, rappresentare un'opportunità per la creazione di un tessuto industriale in grado di ridurre divari e diseguaglianze sociali. A tal proposito, acceso è il dibattito circa l'opportunità di stabilire una cooperazione regionale con l'istituzione di una *Middle Eastern Space Agency* che permetta di unire le capacità di ogni Paese verso obiettivi comuni¹⁵⁴. Tutto ciò con il supporto anche delle organizzazioni non governative (ONG) e *start-up* pubbliche e private che possono contribuire allo sviluppo scientifico e a discreti profitti nel breve e lungo periodo. Altri attori, invece, come gli enti di ricerca, sono sempre più chiamati a facilitare lo scambio di *know-how* e di studenti e giovani professionisti.

La cooperazione regionale più importante già avviata del Medio Oriente è sicuramente rappresentata dall'*Arab Group for Space Cooperation*,¹⁵⁵ sponsorizzato e voluto fortemente dagli Emirati Arabi Uniti, come strumento per estendere la propria influenza regionale. Si tratta del primo gruppo arabo per la cooperazione spaziale che vuole

¹⁵⁴ Si veda B. YAGLIOGLU, *Spacefaring future of the Middle- East: The role of Moon Missions*, Conference Paper in International Astronautical Federation (IAF), ottobre 2020, p. 5.

¹⁵⁵ La Carta dell'*Arab Group for Space Cooperation* è stata firmata da Arabia Saudita, EAU, Bahrain, Oman, Kuwait, Giordania, Algeria, Tunisia, Sudan, Egitto, Libano, Marocco, Iraq e Mauritania.

incoraggiare la cooperazione spaziale araba in tutti i campi delle attività spaziali. Il primo progetto comune sarà il *SATELLITE 813*, un satellite per il monitoraggio ambientale, sviluppato da ingegneri arabi presso il *National Space Science and Technology Center* dell'Università degli Emirati Arabi Uniti ad Al Ain.

Diversamente dal Medio Oriente, le attività spaziali in America Latina hanno mosso i primi passi nel lontano 1961, quando l'Argentina lanciò il suo primo mini-razzo *Alfa Centauro*, cui fece seguito il Brasile nel 1965. I programmi spaziali del sud America sono stati supportati dalle Agenzie spaziali più sviluppate. Se escludiamo il volo nello spazio del primo astronauta cubano avvenuto nel 1980 a bordo della navetta *Soyuz* in piena Guerra Fredda e che costituiva meramente una prova di forza dell'Unione Sovietica nei confronti degli Stati Uniti, l'unico Paese che è riuscito a mandare nello spazio un proprio astronauta è stato il Brasile nel 2006 (sempre a bordo di una *Soyuz*) in una delle tante missioni per raggiungere la ISS.

Sebbene oggi questo sia meno indicativo dei passi avanti di uno Stato in campo spaziale, la storia del Brasile può vantare un riconoscimento internazionale ai propri sforzi nel più ampio segmento aerospaziale, dove è riuscito a fronteggiare per un lungo periodo colossi come *Boeing* e *Airbus* con la propria azienda nazionale *Embraer S.A.* Altri paesi Sud americani, quali Messico, Bolivia, Venezuela, Brasile, Paraguay, Perù, oltre che Argentina, si sono dotati di agenzie spaziali nazionali, volte al potenziamento dei programmi di cooperazione internazionale e all'implementazione del segmento *in-orbit* delle varie industrie nazionali. Fa eccezione il caso del Cile, che aveva visto nascere una propria agenzia nazionale nel 2001, ma che è stata poi inglobata nel Dipartimento del Ministero della difesa per essere poi sciolta nel 2014.

L'Argentina sta lavorando alla costruzione del piccolo vettore *Tronador II*, in Perù la *National Aerospace Research and Development Commission* (CONIDA) ha lanciato la prima sonda, *Paulet-1*, dalla base di Punta Lobos nel 2006. La Bolivia ha portato in orbita il suo primo satellite per le telecomunicazioni nel 2016 mentre il Cile ha lanciato in orbita il satellite per l'osservazione della Terra *SSOT/FASAT-Charlie*.¹⁵⁶ Come nel caso del Sud-Est Asiatico e del Medio Oriente, anche in America Latina le iniziative di cooperazione

¹⁵⁶ REVIEW OF SPACE ACTIVITIES IN SOUTH AMERICA, in *Journal of Aeronautical History*, 11 settembre 2018, p.3, in <https://www.aerosociety.com/media/9320/review-of-space-activities-in-south-america.pdf>, consultato il 05-01-2021.

spaziale sono molto limitate all'interno della regione. Nel corso della Sesta Conferenza Spaziale delle Americhe (CEA), tenutasi a Pachuca in Messico nel novembre 2010, è stata approvata la *Dichiarazione di Pachuca* in cui si stabiliva lo *Space Technical Consulting Group*, composto da rappresentanti delle varie agenzie nazionali e dagli enti governativi preposti agli affari spaziali, avesse lo scopo di supportare i lavori della CEA e concordare i piani per la creazione di un'Agenzia spaziale Latino-americana. Solo nel novembre 2020 Argentina e Messico hanno firmato la prima Dichiarazione d'Intenti per la creazione di un'Agenzia Spaziale Latinoamericana (ALCE). Altri paesi (Bolivia, Ecuador, Paraguay, Colombia, El Salvador, Perù) li stanno raggiungendo nella sottoscrizione della stessa dichiarazione e il governo del Messico ha invitato l'agenzia spaziale italiana a supportare questo esercizio regionale.

L'Europa rappresenta il vero esempio di successo nel contesto della cooperazione spaziale regionale, partito negli anni Sessanta con la costituzione dell'ELDO (*European Launcher Development Organisation*) e poi dell'ESRO (*European Space Research Organization*). In quegli anni nascevano anche i primi centri scientifici distribuiti in tutta Europa, come l'ESTEC, il Centro Spaziale Europeo per la Ricerca e la Tecnologia, a Noordwijk, Paesi Bassi; l'ESOC, il Centro Spaziale Europeo per le Operazioni, a Darmstadt, in Germania; l'ESAC (*European Space Astronomy Centre*), a Madrid, in Spagna, con importanti responsabilità riguardanti la raccolta, l'archiviazione e la distribuzione di dati delle missioni astronomiche e planetarie; l'EAC (*European Astronauts Centre*), a Colonia per la selezione, addestramento, e supporto degli astronauti; l'ECSAT (*Centro Europeo per le Applicazioni Spaziali e Telecomunicazioni*), ad Harwell, nel Regno Unito; l'ESEC (*Centro Spaziale Europeo per la Sicurezza e la didattica*), a Redu, in Belgio; il CSG (*Guiana Space Centre*), lo spazioporto europeo, a Kourou, nella Guiana francese e, infine, l'ESRIN (*European Space Research Institute*), a Frascati per la raccolta, l'archiviazione e distribuzione di dati satellitari ai partner dell'ESA.

Nel 1975 viene poi creata l'ESA dalla fusione di ELDO e ESRO, con la sottoscrizione di una Convenzione approvata dai primi paesi membri fondatori,¹⁵⁷ il cui obiettivo è indicato nell'art. 2 della stessa:

¹⁵⁷ La convenzione ESA entra in vigore il 30 ottobre 1980. Da allora, ai *Partner* fondatori (Belgio; Germania; Francia; Regno Unito; Italia; Paesi Bassi, con la partecipazione dell'Australia) si sono aggiunti Spagna, Svezia, Svizzera, Austria, Norvegia, Finlandia e, più di recente, Portogallo, Grecia, Lussemburgo, Polonia, Repubblica Ceca, Romania, Estonia e

«L'Agenzia ha lo scopo o di assicurare e sviluppare, a fini esclusivamente pacifici, la cooperazione fra Stati europei nel campo della ricerca e della tecnologia spaziali e delle loro applicazioni spaziali, in vista della loro utilizzazione a scopi scientifici e per sistemi spaziali operativi di applicazioni»¹⁵⁸.

Oggi, l'Agenzia è costituita da ventidue Stati membri,¹⁵⁹ ha un budget di 6,68 miliardi di euro¹⁶⁰, vi lavorano 2.200 persone provenienti da tutti gli Stati Membri.¹⁶¹ Le linee guida d'azione vengono stabilite dal Consiglio ESA, all'interno del quale ogni Paese, che partecipa con una delegazione composta tanto da delegati quanto da *advisor* tecnici, ha diritto ad un voto, indipendentemente dal contributo finanziario dato all'organizzazione. La *governance* dell'Agenzia è esercitata dal Consiglio, coadiuvato dalle *Commissioni* specializzate dei vari programmi che svolgono funzioni di "consiglieri" e *Board* tecnici tematici.¹⁶² L'ESA è, quindi, la porta d'accesso regionale allo spazio

Ungheria. Oltre a questi 22 Stati, anche Canada e Slovenia hanno concluso accordi di collaborazione con l'ESA.

¹⁵⁸ L'Art 2 continua affermando che tale obiettivo si persegue: «(a) elaborando e mettendo in opera una politica spaziale europea a lungo termine, raccomandando agli Stati membri degli obiettivi in materia spaziale e concertando le politiche degli Stati membri nei confronti di altre organizzazioni e istituzioni nazionali e internazionali; (b) elaborando e mettendo in opera attività e programmi nel campo spaziale; (c) coordinando il programma spaziale europeo e i programmi nazionali, nonché integrando questi ultimi progressivamente, e per quanto possibile completamente, nel programma spaziale europeo, con particolare riguardo allo sviluppo di satelliti di applicazioni; (d) elaborando e mettendo in opera la politica industriale appropriata al suo programma e raccomandando agli Stati membri una politica industriale coerente».

¹⁵⁹ L'ESA ha istituito negli anni degli accordi di cooperazione della durata di 5 anni (prorogabili per altri 5) che portano all'inclusione della Convenzione di uno Stato. Quindi un Paese europeo può sottoscrivere un accordo quadro con l'ESA e, su base bilaterale, partecipare ad alcune attività industriali gestite dall'ESA. L'accordo deve essere approvato all'unanimità dagli Stati membri. La partecipazione funzionale ad un futuro accesso alla Convenzione è definita in un piano quinquennale per la Cooperazione tra Stati europei (PESC).

¹⁶⁰ L'ESA opera sulla base di criteri di ripartizione geografica, ovvero investe in ciascuno Stato Membro, mediante i contratti industriali per i programmi spaziali, un importo pressoché equivalente al contributo di quel Paese.

¹⁶¹ CAMERA DEI DEPUTATI, DOCUMENTAZIONE PER LE COMMISSIONI- RIUNIONI INTERPARLAMENTARI, 13^a Conferenza sulla politica spaziale europea, svoltasi in videoconferenza in data 12-13 gennaio 2021, p. 16, in http://documenti.camera.it/leg18/dossier/pdf/RI051.pdf?_1614590850988, consultato il 2-02-2021.

¹⁶² I *Program Boards* si occupano della gestione di programmi specifici e vengono affiancati, nella funzione di ausilio al Consiglio ESA, ad un *Comitato Scientifico*, un *Comitato Amministrativo e Finanziario*, uno per la *Politica Industriale* e uno per le *Relazioni Internazionali*. Cfr. CAMERA DEI DEPUTATI, DOCUMENTAZIONE PER LE COMMISSIONI- RIUNIONI INTERPARLAMENTARI, 13^a Conferenza sulla politica spaziale europea, svoltasi in videoconferenza in data 12-13 gennaio 2021, p. 16, in

europeo: uno strumento di cooperazione che permette di condividere costi, benefici e rischi, che realizza sistemi spaziali europei (es. *GALILEO*, *GOVSATCOM*) e, in alcuni casi, rende operabili i sistemi spaziali nazionali degli Stati membri al fine di ottimizzare gli *asset* europei (es. *COPERNICUS*). L'Agenzia ha come missione lo sviluppo delle capacità spaziali degli Stati membri, intraprende programmi scientifici e tecnologici, come per le comunicazioni e il posizionamento, l'osservazione della Terra, l'ambiente spaziale, l'esplorazione del Sistema Solare e dell'Universo, l'esplorazione umana e robotica, l'accesso allo spazio tramite sistemi di trasporto spaziale.

Per quanto riguarda la politica della cooperazione e delle relazioni internazionali, ai sensi dell'art. XIV della Convenzione ESA il Consiglio può decidere all'unanimità di tutti gli Stati membri, di cooperare con altre organizzazioni e istituzioni internazionali e con i Governi, le organizzazioni e le istituzioni di Stati non membri, nonché stipulare con essi degli accordi a tal fine. In particolare, tale cooperazione può assumere la forma di una partecipazione di Stati non membri o di organizzazioni internazionali a uno o a più programmi e può anche assumere la forma della concessione dello *status* di membro associato agli Stati non membri che si impegnino a contribuire almeno agli studi dei progetti futuri. Il Canada e la Slovenia sono due Stati associati. Mentre, tra i paesi europei, Bulgaria, Cipro, Croazia, Lettonia, Lituania, Malta e Slovacchia hanno accordi di cooperazione. In tale quadro giuridico, l'ESA partecipa in qualità di Osservatore anche ai lavori del COPUOS delle Nazioni Unite ed a diverse altre organizzazioni internazionali.

Per quanto riguarda le relazioni con l'Unione Europea negli ultimi quindici anni, il percorso di cooperazione tra le due istituzioni ha avuto sviluppi molto importanti. L'Accordo quadro tra l'allora Comunità europea ed ESA, entrato in vigore il 28 maggio 2004, ha sancito il *Programma spaziale per il periodo 2005-2007* in cui veniva istituito il *Gruppo di alto livello CE/ESA sulla politica spaziale* con il compito di coordinare le parti, attribuendo ruoli separati ad ESA e alla CE. In particolare, veniva riconosciuta la competenza tecnica di ESA nell'attuazione dei programmi spaziali e delle attività di esplorazione limitate principalmente all'*upstream* delle infrastrutture spaziali, mentre si stabiliva il compito della Comunità europea di sviluppare la re-

golamentazione e l'uso delle infrastrutture critiche, dei servizi e dei dati spaziali da parte degli Stati membri¹⁶³. L'allora Comunità europea aveva la capacità di coordinare le richieste degli Stati membri e la capacità finanziaria di investire in grandi programmi spaziali a lungo termine (come il *GALILEO*), fornendo un maggiore sostegno al settore *downstream*.

L'Accordo tra UE ed ESA, basato sulla Comunicazione della Commissione UE dell'aprile 2011, intitolata *Verso una strategia spaziale dell'Unione europea al servizio dei cittadini*, ha fornito uno slancio alla cooperazione regionale, oltre a disciplinare i rispettivi compiti e competenze e rimarcare i *deficit* strutturali di *governance*. Nel documento ufficiale si sottolinea come la gestione dei finanziamenti UE da parte dell'ESA sia molto complesso, soprattutto nel quadro di programmi finanziati attraverso partecipazioni miste dell'ESA e dell'UE, si evidenzia come la *membership* asimmetrica a causa di una divergenza di Paesi appartenenti all'ESA e all'UE sia rilevante soprattutto quando la collaborazione crea influenze sproporzionate in questioni sensibili per l'UE, complichino le discussioni in questioni strategiche dell'UE in materia di sicurezza e difesa e si ribadisce, infine, che l'ESA non abbia alcun tipo di responsabilità politica. La Commissione concludeva la Comunicazione avanzando proposte importanti: che l'UE trovasse il giusto coordinamento tra i suoi Stati membri e l'ESA; che l'UE concorresse alla progettazione e allo sviluppo delle infrastrutture spaziali europee oltre ad assicurare un approccio omogeneo in tema di delega all'ESA di responsabilità relative ai programmi spaziali UE. All'ESA, invece, veniva chiesto di effettuare adeguamenti strutturali a livello finanziario e decisionale e di apportare le modifiche necessarie affinché la Commissione europea avesse un accesso illimitato agli organi statutari pertinenti dell'ESA.¹⁶⁴

Nel tempo, l'Unione europea ha strutturato gli sforzi finanziari nel settore dei servizi satellitari per trasformare gli investimenti in infrastrutture spaziali, applicazioni e servizi concreti a beneficio dei cittadini e, all'interno del Consiglio dell'Unione europea, le attività spa-

¹⁶³ COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO E AL PARLAMENTO EUROPEO, *Spazio: una nuova frontiera europea per un'Unione in espansione*, COM (2003) 673, 11 novembre 2003, in https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_04_718, consultato il 13-01-2021.

¹⁶⁴ COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO E AL PARLAMENTO EUROPEO, *Istituzione di adeguate relazioni tra l'Unione europea e l'Agenzia spaziale europea*, COM/2012/0671, in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012DC0671&from=EN>, consultato il 13-01-2021.

ziali sono state fino ad oggi di competenza del Gruppo Consiliare Spazio (*Space Working Party* – SWP) e del Gruppo Consiliare Trasporti Intermodali e Reti (*Working Party on Transport Intermodal Questions and Networks*), che hanno dato vita a rilevanti programmi “bandiera”, in cooperazione con l’ESA, quali *COPERNICUS*, il più avanzato sistema di osservazione della Terra a livello globale, il cui obiettivo è quello di fornire informazioni precise e attendibili relative all’ambiente e alla sicurezza, adeguate alle esigenze degli utenti e a sostegno di altre politiche dell’Unione, riguardanti in particolare il mercato interno, i trasporti, l’ambiente, l’energia, la protezione civile e la sicurezza civile, la cooperazione con i Paesi terzi e gli aiuti umanitari¹⁶⁵; *GALILEO*, il sistema globale europeo di navigazione satellitare, il cui fine è quello di offrire un servizio aperto e gratuito di informazioni di posizionamento e sincronizzazione, destinato soprattutto ad applicazioni di radionavigazione via satellite¹⁶⁶.

Il 26 ottobre 2016 veniva pubblicata la Comunicazione dalla Commissione europea, *Strategia spaziale per l’Europa* che si poneva lo scopo di apportare benefici tangibili alle imprese e ai cittadini europei; promuovere un settore spaziale europeo competitivo e innovativo; rafforzare l’autonomia strategica dell’UE e la *leadership* dell’UE sulla scena mondiale; rinsaldare il ruolo dell’Europa come attore della cooperazione internazionale. Nella Comunicazione, la Commissione Europea annunciava, tra le altre cose, l’iniziativa *GovSatCom*¹⁶⁷, e poneva l’accento sul ruolo fondamentale dei partenariati tra la Commissione, gli Stati membri, l’Agenzia del GNSS (che gestisce i programmi dei sistemi europei di navigazione via satellite), l’ESA e tutte le altre agenzie e i portatori di interessi coinvolti nell’attuazione della politica spaziale europea, sottolineando l’importanza cruciale di istituire una

¹⁶⁵ REGOLAMENTO (UE) N. 377/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, *Istituzione del programma Copernicus*, 3 aprile 2014, in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0377&qid=1578578657828&from=IT>, consultato il 10-01-2021.

¹⁶⁶ REGOLAMENTO (UE) N. 1285/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, *Attuazione e esercizio dei sistemi europei di radionavigazione via satellite*, 11 dicembre 2013, in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1285&qid=1578578693392&from=IT>, consultato il 13-01-2021.

¹⁶⁷ Il sistema *GovSatCom* (Comunicazioni satellitari governative) ha come obiettivo quello di fornire agli Stati membri dell’EDA e agli attori europei della PSDC l’accesso a una capacità GOVSATCOM affidabile, sicura ed economica basata sulle risorse SATCOM governative esistenti, condivise e fornite dagli Stati membri dell’EDA. In [https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/governmental-satellite-communications-\(GovSatCom\)](https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/governmental-satellite-communications-(GovSatCom)), consultato il 12-01-2021.

governance efficace per realizzare il programma spaziale dell'Unione¹⁶⁸.

Dando seguito a questa strategia, la Commissione Europea, il 6 giugno 2018, presentava la proposta di Regolamento che disciplina il *Programma spaziale per il periodo 2021-2027*, con l'obiettivo di stanziare 16 miliardi di euro¹⁶⁹ e che vuole riunire in un quadro coerente ed istituzionale tutte le attività spaziali dell'UE. Gli obiettivi del nuovo programma sono fondati su quattro pilastri: a) garantire che l'UE resti un *leader* mondiale nel settore spaziale; garantire la continuità e l'evoluzione di *Galileo*, *EGNOS* e *Copernicus*, il sistema più avanzato del mondo di localizzazione via satellite e di osservazione della terra, la sicurezza e lo sviluppo di nuove iniziative in materia di comunicazione satellitare governativa (*GovSatCom*) e la sorveglianza dell'ambiente spaziale (SSA); b) favorire un'industria spaziale forte e innovativa; migliorare l'accesso al finanziamento del rischio per le PMI attive nel settore dello spazio, comprese le *start-up* innovative e nuovi modelli commerciali; promuovere i partenariati per l'innovazione, l'accesso a strutture di prova e la trasformazione, la promozione della certificazione e della normazione; c) mantenere l'accesso autonomo, affidabile ed economicamente sostenibile dell'UE allo spazio; aggregare la domanda dell'UE di servizi di lancio; investire nelle tecnologie innovative, quali i lanciatori riutilizzabili; d) istituire un sistema di *governance* unificato e semplificato per mezzo dell'approvazione di un unico Regolamento europeo, che consentirà di razionalizzare e semplificare la cooperazione tra tutti gli attori istituzionali.

Questo ultimo punto è particolarmente rilevante perché ormai l'UE è incamminata a realizzare l'Agenzia Spaziale dell'Unione Europea (EUSPA), derivante dall'attuale GSA che ha competenza sui programmi di navigazione. La EUSPA sarà dotata di un programma spaziale e un finanziamento dedicato, che porteranno alla ridefinizione dei rapporti con ESA. Il *Financial Framework Partnership Agreement* (FFPA) prevede, infatti, una cooperazione efficace tra istituzioni UE

¹⁶⁸ COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, *Strategia spaziale per l'Europa*, Bruxelles, 26-10-2016, in <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/IT/COM-2016-705-F1-IT-MAIN.PDF>, consultato il 13-01-2021.

¹⁶⁹ REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, *Istituzione del programma spaziale dell'Unione e l'Agenzia dell'Unione europea per il programma spaziale*, Bruxelles, 6 giugno 2018, in https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:33f7d93e-6af6-11e8-9483-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF, consultato il 13-01-2021.

grazie a una precisa separazione dei ruoli degli attori, la Commissione europea e l'agenzia GSA/EUSPA da un lato, e le organizzazioni internazionali come l'ESA dall'altro¹⁷⁰.

La situazione attuale, competitiva e stimolante, pone come sfida ai politici europei quella di fissare obiettivi in base a ciò che sarebbe auspicabile in termini di capacità spaziali e allo stesso tempo raggiungibile sui mercati commerciali. In realtà, l'Europa è davvero unica nel definire un caso così eccezionale di prospettive commerciali nella definizione dei suoi obiettivi di politica spaziale e questa "dipendenza dal successo" ha portato a un approccio decisamente orientato al *business*, più incline a raggiungere il consenso tra gli Stati membri. Fino ad ora, ciò le aveva impedito di affrontare lo spazio da un punto di vista politico, ma attualmente è in corso un cambiamento di paradigma sulla *governance* dell'Unione europea nello spazio extra-atmosferico, che sempre di più è percepito quale settore strategico. Come affermato dal Commissario europeo per il mercato interno e i servizi, Dott. Thierry Breton, alla 13ma Conferenza Spaziale Europea: «*We have agreed on the new EU space programme, the first of its kind for Europe. This will give us the capacity to act on the European space policy in all its dimension. Implementation modalities are still under discussion, but I am confident we can find a way forward in the coming weeks, so to ensure continuity in the programmes while securing a modern, agile and efficient governance*»¹⁷¹.

La nuova governance consentirà di rivisitare la "via europea" per affrontare meglio un panorama internazionale in rapido cambiamento: l'arena spaziale globale sta affrontando un profondo mutamento nell'equilibrio di poteri e relazioni geopolitiche, nonché l'emergere di nuove sfide nell'area dello spazio commerciale, della sicurezza e della difesa. La futura posizione dell'Europa nello spazio dipenderà fortemente dalla sua capacità di conciliare il suo approccio con una visione strategica che definisca chiare ambizioni, un'implementazione coerente su tutta la linea e di decidere di conseguenza sulle assegnazioni delle risorse.

4.4. *La cooperazione selettiva.* - La fattispecie della *cooperazione selettiva* è sicuramente, in percentuale, quella più attuata in concreto e

¹⁷⁰ Cfr. S. PIOPPI, *L'Ue cerca (e trova) Spazio. Ecco l'accordo sul nuovo programma*, del 16-12-2020 in <https://formiche.net/2020/12>

¹⁷¹ Cfr. *Speech by Commissioner Thierry Breton at the 13th European Space Conference*, 12 gennaio 2021.

si ha quando un Paese, un Organismo internazionale o un soggetto privato sceglie liberamente di stabilire un rapporto di cooperazione a livello bilaterale o multilaterale per realizzare progetti comuni.

Gli accordi di tipo convenzionale che sottostanno usualmente ad una cooperazione spaziale di questo tipo vengono sottoscritti, secondo i casi, da governi, agenzie spaziali o in casi differenti da istituti di ricerca o aziende private, sotto forma di *Framework Agreement*, *Memo-randum of Understanding*, Lettere di Intenti o Dichiarazioni d'Intenti¹⁷².

Un accenno vorremmo qui dedicare ad una nuova forma d'intesa, gli "Accords", nata diversi anni fa in settori diversi dallo spazio e recentemente ritornati alla cronaca con gli *Artemis Accords*, che gli Stati Uniti hanno voluto utilizzare per l'esplorazione lunare e di altri corpi celesti. Siglati il 13 ottobre del 2020, in forma virtuale, a margine dell'*International Astronautical Congress* (IAC) 2020, da Stati Uniti, Australia, Canada, Giappone, Lussemburgo, Italia, Regno Unito ed Emirati Arabi. L'Ucraina li ha firmati successivamente, il 13 novembre 2020, mentre il Brasile ha fornito per ora una sola Dichiarazione di Intenti a collaborare a dicembre 2020. Lo scopo degli Accordi è quello di fornire un *set* di principi non vincolanti, al fine di creare un *framework* "politico" di riferimento per la partecipazione all'omonimo programma della NASA *Artemis*, avente l'obiettivo di far tornare l'uomo sulla Luna entro il 2024 (almeno queste erano le dichiarazioni della vecchia Amministrazione *Trump*) e guidare le future esplorazioni, prima sulla Luna e poi su Marte, su comete ed asteroidi, in stretta aderenza con i principi di uso pacifico dello spazio sanciti dall'*Outer Space Treaty* del 1967.

La singolarità di questi Accordi, al di là dei contenuti, sta nella forma unilaterale, utilizzata dagli Stati Uniti, per il coinvolgimento di alcuni paesi amici e alleati a sottoscriverli. All'interno dei singoli accordi sono ribaditi dei principi cardine dell'*Outer Space Treaty* e di altre fonti di diritto internazionale, tra i quali: la natura strettamente pacifica del programma, la trasparenza e lo scambio di informazioni, la ricerca della standardizzazione ed interoperabilità nelle infrastrutture utilizzate, la responsabilità nell'assistenza al personale e nella registrazione degli oggetti spaziali. Si fa anche espresso riferimento

¹⁷² Cfr. G. ARRIGO, *Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale: gli accordi stipulati dall'Agenzia Spaziale Italiana, Capitolo V*, Giuffrè Editori, 1999

all'estrazione e all'utilizzo delle risorse spaziali, da condurre in modo sicuro e sostenibile.

Con il negoziato e la finalizzazione degli *Artemis Accords*, la superpotenza americana ha voluto ribadire di essere ancora un punto di riferimento rilevante nelle attività spaziali dei prossimi decenni. La forma di cooperazione creata non è peraltro del tutto inedita. Si tratta, infatti, di una riedizione del principio dell'*hub & spokes* già messo in atto in occasione dei negoziati bilaterali per la gestione della Stazione Spaziale Internazionale. Anche in quell'occasione, come si è visto nel primo capitolo, la NASA fungeva da centro o *hub* e le altre agenzie nazionali costituivano i raggi o *spokes* della cooperazione¹⁷³. Ora come allora, il fatto che la NASA sia Parte di tutti gli accordi bilaterali in essere o *in progress* costituisce l'architettura di una cooperazione basata su principi condivisi tra tutti i *partner*, anche se questi non sono necessariamente impegnati in accordi tra di loro. Questa volta con gli *Artemis Accords*, gli Stati Uniti hanno voluto utilizzare uno schema analogo, ma diverso "ideologicamente": non più le sole attività di gestione operativa come nel caso della ISS, ma un'impostazione di principi e di norme di condotta per le future attività spaziali. L'adesione agli accordi costituisce un prerequisito essenziale per la partecipazione dei potenziali *partners* all'ambizioso programma *Artemis* e questo, come osserva qualcuno, metterebbe gli Stati Uniti nelle condizioni di "dettare le regole" della futura esplorazione spaziale umana e non, incluse quelle di sfruttamento minerario e sicurezza dei luoghi.

Come era prevedibile, non sono mancate le critiche a questo approccio. Si è già accennato al giudizio negativo del Direttore generale dell'Agenzia spaziale Russa *Dmitry Rogozin*, che ha paragonato l'iniziativa alla *coalition of the willing* propedeutica all'invasione dell'Iraq nel 2003, facendo quindi presagire scopi tutt'altro che pacifici. Pur senza arrivare a questi estremi, è stato evidenziato come gli Accordi potrebbero costituire uno strumento per aggirare le stringenti regole dell'*Outer Space Treaty* in merito all'utilizzo commerciale delle risorse spaziali.¹⁷⁴ In generale, una forte critica deriva dal fatto che gli ac-

¹⁷³ Cfr. A. FARAND, *The Space Station Cooperation Framework*, in *ESA bulletin* 94, may 1998, pag. 4.

¹⁷⁴ L'OST prevede all'art. 11 che «*The Moon and its natural resources are the common heritage of mankind [...] States Parties to this Agreement hereby undertake to establish an international regime, including appropriate procedures, to govern the exploitation of the natural resources of the Moon as such exploitation is about to become feasible*». Lo sfruttamento delle risorse minerarie spaziali dovrebbe quindi essere regolato con una policy condivisa a livello globale.

cordi non sono stati preventivamente discussi in seno al COPUOS e, sebbene nel testo venga ribadita l'importanza degli accordi internazionali vigenti, di fatto trattano tematiche di assoluto rilievo, la cui discussione nei previsti consessi internazionali viene sostituita da accordi bilaterali mirati con i singoli Paesi *partner*. Queste criticità hanno portato molti importanti attori internazionali, tra i quali Russia, Cina e India ad escludere la propria adesione¹⁷⁵.

Peraltro, sul fronte opposto della competizione est-ovest, la Cina adotta una politica di cooperazione diversa, che punta verso i Paesi in via di sviluppo, i quali non hanno ancora capacità spaziali autonome. La Cina è molto attenta e determinata nello sfruttare la cooperazione spaziale per rafforzare il proprio "*comprehensive national power*" al fine di acquisire prestigio internazionale, mettendo a sistema interessi commerciali e geostrategici per diventare *leader* globale nella tecnologia spaziale entro il 2045¹⁷⁶. Ad oggi la tecnologia spaziale cinese emula gli standard americani e copre varie esigenze *dual use*, con percentuali di successo dei propri lanci del 95,6%¹⁷⁷. La sfida con gli Stati Uniti è, dunque, chiara, ma la strategia cinese prevede un accerchiamento graduale attraverso una cooperazione selettiva e come detto, in Africa, America Latina e nei Paesi asiatici. Un capolavoro diplomatico che lega competizione e strategia politica a più ampio spettro.

Analizzando brevemente quello che accade in Africa e America Latina, è possibile dare un quadro utile non solo per comprendere la cooperazione regionale, come fatto in precedenza, ma anche per capire il contesto attorno a cui ruota la cooperazione selettiva.

In Africa, se guardiamo ad esempio al Corno d'Africa, l'unico Paese che per ora sta inseguendo ambizioni spaziali è l'Etiopia. Il governo di Addis Abeba, a differenza di Paesi come la Nigeria e l'Algeria che progettano con produzioni *in-house*, ha finora affidato al colosso francese *Ariane Group* lo sviluppo, l'assemblaggio, l'integrazione e la fase di *testing* di tutta la produzione dei satelliti. Questo in linea con quanto fatto in passato da molti Paesi africani, i cui satelliti erano, fino a tutto il 2019, al 60% di produzione extra-continentale. La

¹⁷⁵ Cfr. J. WRIGHT NELSON, *The Artemis Accords and the Future of International Space Law*, Dicembre 2020 in <https://www.asil.org/insights/volume/24>.

¹⁷⁶ Lei Fanpei, presidente della *China Aerospace Science and Technology Corporation* (CASC) ha dichiarato, a margine del diciannovesimo Congresso del Partito comunista cinese del 2017, che nella tabella di marcia era previsto il superamento nel 2020 dell'UE, nel 2030 della Federazione Russa e infine nel 2045 dell'USA.

¹⁷⁷ Cfr. XINHUANET, *China Focus: China's Long March rockets complete 300 launches*, in <http://www.xinhuanet.com>

tendenza, però, è verso un aumento delle capacità di produzione *in loco* in modo da rendere la propria economia e la propria politica indipendente da altre nazioni. Le motivazioni che spingono la ricerca spaziale etiopie sono prettamente collegate al miglioramento delle condizioni di vita dei propri cittadini. Infatti, l'Etiopia negli ultimi anni ha visto concentrare su di sé l'interesse delle grandi potenze internazionali ed è diventata purtroppo territorio di conquista attraverso strumenti di *soft power* come la cooperazione allo sviluppo. Non a caso, in tale contesto di richiesta di aiuti è riuscita a inserirsi con molta facilità la Repubblica Popolare Cinese che ha messo in atto progetti di cooperazione dalle straordinarie potenzialità e con un'eterogeneità di proposte a cui gli altri Paesi non riescono a far fronte, potendo così accompagnare l'Etiopia verso il lancio del suo primo satellite, avvenuto con il lanciatore cinese *Lunga Marcia – 4B*. Negli accordi bilaterali tra Etiopia e Cina, i programmi di cooperazione spaziale vengono affiancati da forti investimenti nel *capacity building* della società etiopie, con programmi di trasporti, edilizia, aiuti medici e sostegno alle famiglie¹⁷⁸. La Cina, forte della quasi totale inefficacia sul territorio africano di relazioni con la NASA, ha così blindato i rapporti con l'Africa orientale e punta a consolidarli anche con altre nazioni africane con cui già oggi è in contatto, come la Nigeria e l'Algeria, anche nell'ottica di estendere la mappa strategica della *Belt and Road Initiative*. L'Etiopia, nel frattempo, si affranca dalla dipendenza tecnologica da Paesi come la Francia (sulla scia dell'orgoglio nazionale che non l'ha mai fatta cedere al colonialismo delle nazioni occidentali) e questo le conferisce una parvenza di indipendenza tecnologica di cui, si spera, non debba dar conto in futuro.

Più difficile e complesso è il quadro di sviluppo del nord Africa, dove sono diverse le modalità che spingono i governi verso la competizione spaziale. La crescita tecnologica delle grandi potenze ha avviato una competizione spaziale senza precedenti in molte parti della regione. L'Egitto, che in precedenza aveva lanciato i suoi primi satelliti sfruttando come primi *contractors* i colossi italo-francesi *Thales Alenia Space* e *Airbus Defence and Space*, oggi si affida sempre più ai cinesi che promettono l'indipendenza tecnologica fornendo supporto a progettazioni *in loco* di nuovi satelliti (come il *MisrSat- II*). Anche l'Algeria ha scelto di lanciare il suo primo satellite per le telecomuni-

¹⁷⁸ Ad esempio, esistono opportunità di scambio culturale per migliaia di ragazzi cinesi e africani delle facoltà ingegneristiche e scientifiche, con la possibilità di trasferire addirittura anche la famiglia per l'intero percorso di studi.

cazioni, *Alcomsat-1*, da Chichang in Cina, con la quale ha stretto fortissime relazioni sotto la promessa di un avanzato trasferimento tecnologico in Algeria nel campo delle comunicazioni spaziali. D'altro canto, il Marocco e la Tunisia hanno fatto scelte diverse e di questi tempi in controtendenza. La Tunisia, ad esempio, ha avviato un vastissimo programma di ricerca scientifica e innovazione che prevede la messa in orbita di una costellazione di 30 satelliti e per il lancio inaugurale del suo primo satellite "*Challenge One*" previsto per il novembre 2020 ha fatto affidamento alla russa *Soyuz-2*, previo accordo di cooperazione spaziale per sviluppo di tecnologia *in loco* con l'aiuto di ROSCOSMOS. La logica che spinge i Paesi del Nord Africa sembrerebbe alquanto chiara perché, se da un lato si cerca di diventare indipendenti e abbattere i costi di utilizzo dei dati, dall'altro si attivano meccanismi di deterrenza verso i Paesi confinanti che accelerano la competizione e quindi la crescita tecnologica. I satelliti lanciati hanno scopi pacifici di controllo del suolo, di miglioramento della qualità della vita nelle città e nelle zone periferiche degli Stati, ma la tecnologia duale di cui sono dotati lasciano spazio a interpretazioni diverse e che forse fungono da pretesto per chi confina con quei Paesi per camuffare accordi bilaterali economici per la necessità di ricorrere a strumenti di difesa. Dopo il lancio del primo satellite marocchino, infatti, sia Spagna che Algeria si sono allarmati e questo ha provocato la reazione algerina che si è affidata a *partner* diversi da quelli cui si era rivolto il Marocco per mettere in orbita un proprio satellite con tecnologia duale. A sua volta, al lancio algerino ha prontamente risposto la Tunisia.

La cooperazione e la competizione sono molto spesso due facce della stessa medaglia e il continente africano in questo ricorda molto gli albori del percorso che anche le grandi potenze hanno fatto in passato, dove lo sviluppo tecnologico era figlio della paura di non essere dominati dall'alto da Paesi confinanti, con cui addirittura sulla Terra si avevano rapporti pacifici e distesi.

In America Latina, invece, l'Argentina, seppur con varie difficoltà, è capace di realizzare interamente i propri satelliti *in-house*, pur rimanendo dipendente da altri Paesi per sviluppare programmi di larga scala. Si tratta di una nazione vincolata dal punto di vista fiscale nella propria spesa nazionale e non ha ad oggi interessi di sicurezza nazionale o economici talmente convincenti da giustificare un programma spaziale dedicato e più organico. Dopo gli attriti con gli USA, l'Argentina ha sviluppato contatti con altri paesi e ha aderito ad un *Amateur Radio in Space (AMSAT)*, avviando un programma di sviluppo

del codice con Cile, Spagna e Brasile per il satellite *Cesar*, che ha applicazioni agricole, di gestione delle risorse idriche e di monitoraggio ambientale. L'Argentina ha anche firmato un accordo intergovernativo con la Cina per la cooperazione spaziale bilaterale. Ma questa posizione competitiva cambiò in qualche modo nel 1998 dopo che il presidente Bill Clinton nominò l'Argentina l'unico "grande alleato non NATO" in America Latina e CONAE partecipò con la NASA allo sviluppo di un sistema di piccoli *Satellites de Aplicaciones Científico* (SAC). La CONAE sviluppò i *SAC-A* (tecnologico), *SAC-B* e *SAC-C* (osservazione della terra) e *SAC-D* (scientifico), alla cui realizzazione l'Agenzia spaziale italiana aveva collaborato. Infatti, il vero salto qualitativo dell'Argentina è stato compiuto con l'Italia: il primo accordo intergovernativo in campo spaziale tra Italia e Argentina risale al 1992. Nel 2000 ASI e CONAE firmarono un *Memorandum* preliminare intitolato "*Cooperation related to the Italo-Argentine Satellite System for Risk Management*", al quale nel 2005 seguì il *Memorandum* sul *SIASGE* (*Sistema satellitare Italo-Argentino per la Gestione delle Emergenze Ambientali e lo Sviluppo Economico*): un sistema radar integrato delle costellazioni *COSMO-SkyMed* (in banda X) e *SAOCOM* (in banda L). L'architettura della cooperazione è basata su un incrocio bilanciato di contributi: ASI contribuisce alla realizzazione dei satelliti argentini, offre i dati del sistema *COSMO-SkyMed* e mette a disposizione la base di Matera, in cambio dell'uso dei dati del sistema *SAOCOM*, dell'utilizzo della base argentina di Cordoba e di un uso esclusivo dei dati *SAOCOM* su aeree geografiche stabilite (Europa) e in fase di definizione.

Il Brasile, invece, vanta grandi potenzialità dovute anche alla posizione geografica privilegiata e a uno sviluppo economico a macchia di leopardo sul territorio, che vede realtà molto all'avanguardia a fronte di aree ancora arretrate, ma di notevole interesse rispetto ad altre nazioni latinoamericane. I governi brasiliani non hanno mai nascosto il proprio sogno di potenziare il Centro di lancio di Alcantara in zona equatoriale e diventare uno Stato di lancio, facendo concorrenza anche alla vicina base ESA, in Guyana francese, a Kourou e puntando sul rafforzamento di proprie industrie nazionali per avviare progetti in tal senso con la sponsorizzazione governativa o addirittura attraverso il supporto di aziende straniere, in linea con realtà appena nate come ad esempio in Nuova Zelanda grazie alla compagnia statunitense *Rocket Lab*. Le potenzialità spaziali brasiliane non passano inosservate e interessano molte potenze sia per la qualità dell'industria interna, che ve-

de le più grandi associazioni di imprese aerospaziali dell'emisfero australe, sia per la strategicità del proprio sito di lancio che è posizionato 2,3° a sud dell'equatore e che per la messa in orbita di lanci geostazionari farebbe addirittura risparmiare il 25% di combustibile rispetto ai lanci dal *Kennedy Space Center*.

Come accennato, la politica spaziale latino-americana soffre dinamiche già note in politica estera per le quali la crescita economica, politica, sociale, tecnologica e culturale viene frenata dal montare di interessi stranieri, soprattutto americani. Le già citate restrizioni alla tecnologia brasiliana da parte degli USA ebbe anche dei risvolti inaspettati per gli americani: le relazioni diplomatiche legate allo spazio tra i due Paesi si incrinarono e il Brasile si spinse verso nuovi orizzonti cercando il sostegno di Cina, Russia, alcune nazioni europee e del Medio Oriente (tra tutti, di nuovo l'Iraq che, come detto, stava finanziando l'Argentina). Ad esempio, nel 1995 la Russia riuscì a lanciare dei razzi dalla base di Alcantara e la Cina riuscì a siglare un Protocollo d'intesa con il Brasile per dar seguito all'accordo di cooperazione spaziale per un programma congiunto, volto a rendere operativi dei satelliti di osservazione della Terra, denominato CBERS, ad oggi ancora operativo dopo 30 anni, avendo messo in orbita il suo sesto satellite.

Solo per capire la posta in gioco e gli interessi che si muovono parallelamente agli accordi spaziali, nel 2011 *Wikileaks* ha rivelato che nel 2009 il Dipartimento di Stato Americano aveva trasmesso una nota all'ambasciata ucraina a Brasilia affermando che: «*Non supportiamo il programma per un veicolo spaziale di lancio brasiliano... Vogliamo ricordare alle autorità ucraine che gli USA non si oppongono alla realizzazione di una piattaforma di lancio ad Alcantara, finché tale attività non risulti un trasferimento di tecnologie sui razzi al Brasile*». In un altro documento si affermava addirittura che gli Stati Uniti non avrebbero permesso il lancio di satelliti con tecnologia americana dal Centro di lancio di Alcantara vista la loro politica di non incoraggiare lanci di razzi americani dal Brasile. Il risultato fu, comunque, che nel 2015 il Brasile si ritirò dal progetto di lancio del lanciatore ucraino *Tsyklon-4* sul proprio territorio¹⁷⁹. Ma, nonostante i conflitti, il Brasile ha continuato a partecipare a programmi spaziali guidati dagli Stati Uniti. Ad esempio, il Brasile è stato il terzo paese a partecipare al programma USA *LANDSAT* ed è il terzo più grande

¹⁷⁹ Cfr. WIKILEAKS, *Responding to Ukrainian Questions Concerning USG Support for Ukrainian-Brazilian Slv Joint Venture at Alcantara*, in <https://wikileaks.org>

utente di immagini satellitari fornite dagli Stati Uniti.¹⁸⁰ Oltre a collaborare con questi allo sviluppo della tecnologia dei microsatelliti, il Brasile ha anche collaborato con altri alleati, come il Regno Unito, nonostante il vero *competitor* da arginare nel continente americano fossero gli USA e seppur la diplomazia statunitense continui a tessere la propria tela. Nel marzo 2019 *Trump* e *Bolsonaro* hanno siglato il *Technological Safeguards Agreement*, il quale apre la strada all'uso della base di Alcântara da parte degli americani e dal quale partiranno vettori e *payload made in USA*. Se, da una parte, gli Stati Uniti hanno tutto l'interesse a voler accedere a una base equatoriale e ad entrare nel mercato brasiliano sotto la spinta delle grandi aziende americane (vero motore della diplomazia spaziale americana odierna), l'opinione pubblica brasiliana è divisa tra chi individua nell'accordo una possibilità di crescita ed ingresso con forza nella *New Space Era* e chi è preoccupato che il tornaconto vero sia in realtà ben poca cosa davanti alla proposta degli USA di produrre *in loco* senza un sostanziale trasferimento tecnologico e alla clausola che il Brasile non possa investire in *rocket science* gli introiti derivanti. E poi, l'allarme che si possa cedere sovranità territoriale aprendo la strada all'ennesima base statunitense può far storcere il naso a molti, *in primis* ai diversi *partner* internazionali.¹⁸¹ E che il clima sia acceso lo dimostra la decisione recente di interrompere la *joint venture Embraer/Boeing* (e la pianificata acquisizione da parte di quest'ultima), iniziata nel 2018 come contromossa all'ingresso di *Airbus* nella diretta concorrente di *Embraer*, la canadese *Bombardier*.¹⁸²

¹⁸⁰ Cfr. M. A. TAVERNA, *Pacts with China, Italy Spotlight Latin American Space Ambitions*, in *Aviation Week and Space Technology*, 9 ottobre 2000.

¹⁸¹ Cfr. A. J. ALONSO, *Brazil relaunches its space industry by opening the Alcântara base to the US*, in <https://www.unav.edu/web/global-affairs>.

¹⁸² Cfr. G. DRAGONI, *Aerei, Boeing rompe con Embraer e rinuncia a comprare la società brasiliana*, in <https://www.ilsole24ore.com>.

CONCLUSIONI

Fin dagli albori dell'esplorazione spaziale, le attività ad essa connessa hanno avuto un peso rilevante per le singole nazioni. Questo interesse è cresciuto costantemente con il progresso della tecnologia e con la possibilità di raggiungere obiettivi sempre più ambiziosi e remunerativi, sia dal punto di vista prettamente economico, che del prestigio nazionale e dell'influenza regionale o globale. Il settore spaziale sta diventando sempre più una necessità, perché la tecnologia spaziale non è solo esplorazione dell'universo o espansione delle conoscenze: lo spazio produce servizi e ricadute concrete sulla società (*Space Society*), attiva effetti moltiplicatori sugli investimenti fatti (*Space Economy*). Dal *disaster management* al controllo del territorio, dall'agricoltura alla *food security*, dalla sorveglianza delle coste a quella marittima e della pesca, è un fiorire di applicazioni che utilizzano la fusione di dati (*data fusion*) incrociati di osservazione della terra, posizionamento, telecomunicazioni e dati terrestri.

Nelle pagine precedenti abbiamo visto come le relazioni internazionali aventi ad oggetto le attività spaziali in 70 anni si sono sempre alternate tra una più o meno accesa competizione e una più o meno promettente cooperazione. Oggigiorno, ci sembra assistere ad una graduale accentuazione della prima a scapito della seconda, ma questo è ciò che appare fissando l'attenzione su singoli settori o in singole aree geografiche. Al contrario, ad uno sguardo più ampio ricco, di connessioni, nodi e snodi, la realtà globale può anche essere diversa. La storia dell'uomo nello spazio è relativamente recente, ma ci ha già insegnato come anche in contesti estremamente competitivi può nascere una proficua cooperazione verso un comune progresso. Una sana competizione può anche essere utile e stimolante nel trovare la giusta spinta verso idee innovative, per spingersi oltre il confine conosciuto e compiere ardite imprese, come avvenne già ai tempi della Guerra Fredda.

Attualmente coesistono varie forme di cooperazione e non è facile individuarle tutte. In generale, i grandi Paesi spaziali adottano un tipo di cooperazione maggiormente selettiva perché hanno un *know-how* tale da poter decidere con chi cooperare per dominare e controllare il mercato. I Paesi più giovani, che si sono affacciati da poco tempo nel settore, preferiscono alleanze di natura regionale per poter raggiungere più facilmente gli obiettivi sperati o alleanze con Paesi tecnologicamente più avanzati, per emergere sugli stessi *partner* regiona-

li. Infine, le Organizzazioni spaziali internazionali, sia regionali che universali, promuovono un modello di *cooperazione diffusa* per creare conoscenze e sviluppare tecnologie condivise, attivare politiche economiche ed industriali a vantaggio dei partecipanti, godere di ricadute sociali di lungo periodo e mitigare eventuali effetti negativi della competizione.

In tale scenario, crediamo che le Nazioni Unite possono ancora oggi giocare un importante ruolo di stabilizzazione e mitigazione dei conflitti, latenti anche nel settore spaziale. Il COPUOS e la Conferenza sul Disarmo hanno una responsabilità in tal senso. Il primo ha un ruolo fondamentale nel processo di *confidence building*, mentre il secondo potrebbe promuovere un maggior controllo nelle attività spaziali di natura militare. Dopo il successo dei negoziati sui grandi Trattati dello spazio, la percezione di un COPUOS in grado di stimolare il dialogo costruttivo su grandi imprese è venuto meno, dal momento in cui proprio l'ultimo di quei cinque Trattati, quello sulla Luna e i corpi celesti del 1979, non è stato mai sottoscritto dai Paesi più avanzati tecnologicamente.

L'affidabilità e la credibilità di altri Organismi intergovernativi, come la Conferenza sul Disarmo e la NATO, dipenderanno dal ruolo di stabilità globale che riusciranno a giocare, dalla capacità di aggregare le motivazioni dei Paesi membri per affrontare le nuove minacce alla sicurezza internazionale. In questo orizzonte, anche l'Unione Europea dovrà affrontare quanto prima la questione della sicurezza come parte integrante della sua strategia per lo spazio, oltre quella dell'economia e dei servizi ai cittadini.

In ogni caso, qualunque sia la forma di cooperazione, il ruolo fondamentale sarà ancora svolto dai singoli Stati, che sceglieranno gli strumenti giuridici o politici a loro più adeguati per garantire che lo spazio rimarrà una frontiera da esplorare, abitare e utilizzare per il bene dell'umanità.

Pertanto, l'interrogativo che ha sollecitato le nostre riflessioni su quale sia lo schema di cooperazione sostenibile per le attività spaziali, la risposta non può che essere rintracciata nei principi che hanno dato origine al diritto dello spazio e che sono ancora oggi validi. L'esplorazione e l'uso dello Spazio sono appannaggio dell'umanità e ad essi si applica il principio della libertà per tutti gli Stati senza discriminazioni. È vietata ogni pretesa di sovranità sullo Spazio, la Luna e gli altri corpi celesti, qualificati *res communis omnium*. C'è il divieto di porre in orbita intorno alla Terra e di installare sui corpi celesti armi

nucleari o altre armi di distruzione di massa, mentre la Luna e gli altri corpi celesti sono smilitarizzati. Il concetto di sostenibilità è insito nell'art. I dell'*Outer Space Treaty*, che richiama gli Stati ad agire con diligenza e responsabilità, nel rispetto degli interessi di tutti. Sostenibile sarà, pertanto, l'uso dello Spazio che ne mantiene la potenzialità di soddisfare le esigenze delle generazioni presenti e future, per il progresso scientifico, tecnologico e socioeconomico¹⁸³.

¹⁸³ Cfr. S. MARCHISIO, *Il diritto delle attività spaziali nell'era della cooperazione, Evoluzione normativa e istituzionale del diritto spaziale*, in A. FOLCO BIAGINI, M. BIZZARRI, *Spazio. Scenari di collaborazione. Note di diritto internazionale*, Passigli Editori, Bagno a Ripoli (FI) 2013, p. 14.

SEZIONE GIURIDICO-ISTITUZIONALE

IL DIRITTO DELLE ATTIVITÀ SPAZIALI TRA COOPERAZIONE E COMPETIZIONE PER LO SPAZIO *

JOSELY MODA – MARIA VITTORIA PREST – ELEONORA MESSINA –
MARIA ENRICA RAGONE – PIETRO SANTORIELLO – ALESSANDRO BONIFAZI

SOMMARIO: Capitolo 1: Spazio extra-atmosferico: luoghi di ricerca e protezione. – 1.1. Introduzione. – 1.2. Attività spaziali e “colonizzazione” dello spazio. – 1.3. Limiti giuridici nell’applicazione di norme non specifiche per il settore spaziale. – 1.4. *Case Study* della legislazione americana. – 1.5. L’esistenza di regole e leggi rispetto allo sviluppo della scienza e della tecnologia. – 1.6. Conclusione. – Capitolo 2: La registrazione degli oggetti spaziali. – 2.1. Introduzione. – 2.2. Iter per la registrazione degli oggetti spaziali e la Convenzione sull’immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico del 1975. – 2.3. Responsabilità, giurisdizione, controllo e la dissociazione tra Stato di lancio e Stato di registro. – 2.4. *Small satellites, space debris*, oggetti spaziali non identificati e pratiche di immatricolazione. – 2.5. Cooperazione, collaborazione e competizione. – 2.5.1. Pluralità di Stati di lancio ed il problema della registrazione. – 2.5.2. Basi di lancio extra-terrestri e registrazione: la Stazione Spaziale Internazionale, il Lunar Gateway e i corpi celesti diversi dalla terra. – 2.6. Cenni conclusivi. – Capitolo 3: La politica delle 3S: Safety, Security e Sustainability. – 3.1. Il ruolo del diritto nelle nuove frontiere delle attività spaziali e l’Unione Europea come attore e promotore della sicurezza e della sostenibilità spaziale. – 3.2. La Safety, Security e Sustainability per far fronte al problema dei detriti spaziali: analisi sulla normativa internazionale applicabile alla nuova frontiera spaziale. – 3.3. Strumenti di ‘soft law’ per la sostenibilità dello spazio extra-atmosferico. – 3.4. New Space Economy & Sustainability: le nuove frontiere delle attività spaziali. – 3.5. Safety, Security e Sustainability: il nuovo ruolo dell’Unione Europea nel settore spaziale. – 3.5.1. La competenza dell’Unione Europea nel settore spaziale. – 3.5.2. Ruolo dell’Unione Europea nello scenario internazionale spaziale. – 3.6. Conclusione. – Capitolo 4: Evoluzione giuridica della figura dell’astronauta: dall’OST agli Artemis Accords. – 4.1. Lo status degli astronauti nei Trattati sullo spazio. – 4.2. L’Accordo sul salvataggio degli astronauti, la restituzione degli astronauti e la restituzione degli oggetti lanciati nello spazio (ARRA) e sua interpretazione evolutiva. – 4.3. La mancanza di definizione del termine “astronauta”. – 4.4. L’esigenza di aggiornare l’ARRA. – 4.5. La stazione spaziale internazionale e il codice di condotta. – 4.6. Chi è oggi l’Astronauta. – 4.7. Gli Artemis Accords. – 4.8. Conclusioni. – 4.9. Fonti normative. – Capitolo 5: Aspetti giuridici delle *Safety Zones* nello sviluppo dei “Building Blocks for the development of an international framework on space resource activities” e degli “Artemis Accords”. – 5.1. Introduzione. – 5.2. Safety Zones e analogia con il Diritto del mare. – 5.3. Le safety zones nei Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities. – 5.4. Le safety zones negli Artemis Accords con riguardo alla competizione fra attori spaziali. – 5.5. Conclusioni. – Capitolo 6: L’Agenzia Spaziale dell’Unione Europea. – 6.1. Introduzione. – 6.2. Le Origini. – 6.2.1. I programmi spaziali 2014-2020. – 6.2.2. European Global Navigation Satellite System (GNSS/GSA). – 6.2.3. Il rapporto ESA-UE. – 6.3. L’Agenzia spaziale dell’UE nel contesto del nuovo programma spaziale 2021-2027. – 6.3.1. Da EGNSS a EUSPA: la proposta di regolamento della Commissione. – 6.3.2. Da EGNSS a EUSPA: la modifica del Parlamento europeo. – 6.3.3. EUSPA-ESA: due agenzie, un continente. – 6.3.4. Il nome. – 6.3.5. Le differenze. – 6.4. Conclusioni. EUSPA: quale contributo alla Space Law?

* Il presente lavoro è stato redatto da Josely Moda (Capitolo 1), Maria Vittoria Prest (Capitolo 2), Eleonora Messina (Capitolo 3), Maria Enrica Ragone (Capitolo 4), Pietro Santoriello (Capitolo 5), Alessandro Bonifazi (Capitolo 6), sotto la supervisione del Professor Sergio Marchisio e della Dottoressa Viviana Iavicoli.

CAPITOLO 1

SPAZIO EXTRA-ATMOSFERICO: LUOGHI DI RICERCA E PROTEZIONE

1.1. *Introduzione.*- La sete di scoperta e avventura è ciò che ha mosso gli esseri umani dall'inizio dei tempi. La possibilità di scoprire nuove terre e nuovi mondi porta sempre con sé la possibilità di espandere le frontiere, qualsiasi sia il tipo di “frontiera” considerato: territoriale, scientifico, sociale, economico, giuridico, psicologico.

Secoli fa, quelle avventure hanno portato alla colonizzazione di nuovi continenti e allo sviluppo di nuovi comportamenti e costumi. Ora gli esseri umani sono in un'altra grande avventura. La nuova corsa allo spazio, spinta da nuovi attori, pubblici e privati, ha portato sfide ai più diversi settori della scienza, esatti, umani, sociali, economici o biologici. È praticamente impossibile prevedere quali saranno i risultati ma il mondo va certamente spostandosi verso nuove scoperte e nuove relazioni istituzionali e politiche.

Uno dei problemi più discussi da comprendere è se ciò che accade oggi sia piuttosto una competizione o una cooperazione. La risposta tuttavia può essere più semplice di quanto si immagini, poiché i due termini sembrano coesistere laddove si consideri una grande “cooperazione per la competizione”.

È probabile che non vi siano norme sufficienti per regolare le attività di nuovi attori e proteggere lo spazio da errate condotte umane. Esistono tuttavia regole e principi che, sebbene non direttamente correlate allo spazio, possono essere applicati. Ma sarà necessario agire con creatività, saggezza e competenza affinché Space 4.0 possa essere sostenibile, protetto e sicuro per le generazioni attuali e future.

1.2. *Attività spaziali e “colonizzazione” dello spazio.*- Esistono diversi strumenti di hard law e soft law che si occupano delle attività spaziali in molti campi, come ad es., la responsabilità e la militarizzazione¹. Considerando gli strumenti normativi, è possibile rendersi conto che ci sono poche disposizioni relative alla protezione dello spazio, mentre la gran parte sono volte alla protezione della Terra ma

¹ UNOOSA - United Nations Office for Outer Space Affairs, *Space Law Treaties and Principles*. <https://www.unoosa.org/oosa/index.html> (ultimo accesso il 12/07/2020).

alcuni principi sono potenzialmente applicabili allo spazio grazie all'art. III dell'OST che dispone dell'applicabilità del diritto internazionale alle attività spaziali.

Ci sono due parole importanti, che hanno una connotazione simile, ma con significati molto diversi: esplorazione e sfruttamento. In portoghese, ad esempio, esiste una sola parola per entrambi, “exploração”; diventa quindi importante comprendere il contesto in cui ciascuna viene utilizzata.

Secondo il Dizionario Devoto-Oli, “sfruttare” significa “trarre il maggior profitto possibile da un terreno a scapito della sua fertilità, ricavare da una risorsa naturale il maggior frutto possibile; forzare le capacità produttive di terreni o risorse naturali mettendone a rischio il rendimento futuro.”² “Esplorazione”, a sua volta, è l'atto e l'effetto dell'esplorare, l'indagine, la perlustrazione, la ricognizione” e consiste in un'operazione di ricognizione geografica di luoghi ignoti o poco noti, a scopo di studio o di strategia militare³.

Il significato di queste parole induce a riflettere su quale tipo di colonizzazione spaziale intendiamo svolgere.

Nell'OST si nota che l'espressione “sfruttamento” delle risorse non è presente mentre è menzionata la parola “uso”, che può comprendere lo sfruttamento. Pertanto, è possibile interpretare l'OST in modo tale da autorizzare qualsiasi attività civile a scopo pacifico nello spazio e sui corpi celesti in modo ampio mentre le attività militari sono limitate.

1.3. Limiti giuridici nell'applicazione di norme non specifiche per il settore spaziale.- Considerando il numero crescente di nuovi attori in “Space 4.0”⁴, è possibile che gli stessi problemi e danni che si verificano sulla Terra possano ripetersi nello spazio, come la produzione di inquinamento, l'alterazione dell'ambiente locale, l'estrazione di risorse o le modifiche alle aree necessarie per l'installazione di strutture che consentiranno la vita umana sul corpo celeste che si desidera colonizzare.

² DEVOTO, G., OLI, C., SERIANNI, L., TRIFONE, M., *Il Nuovo Devotino - Vocabolario della lingua italiana*, Milano, 2020, 1400.

³ DEVOTO, G., OLI, C., SERIANNI, L., TRIFONE, M., *Il Nuovo Devotino* cit., 531.

⁴ Space 4.0 rappresenta l'evoluzione del settore spaziale in una nuova era, caratterizzata da un nuovo campo da gioco. Questa fase si sta svolgendo attraverso l'interazione tra governi, settore privato, società e politica. Space 4.0 si intreccia con Industry 4.0, che è considerata la quarta rivoluzione industriale in corso per la produzione e i servizi. ESA - The European Space Agency. *What is space 4.0?* www.esa.int.

È noto che l'attività spaziale umana può generare problemi irreversibili se non regolamentata né può essere regolata solo "*de facto*". Sarebbe perciò necessario sviluppare regole prima dell'inizio delle attività, per le quali lo scenario ideale sarebbe quello di avere un consenso tra Stati diversi, qualcosa alquanto complesso nella realtà attuale. Per tale ragione, esistono inevitabili lacune nella regolamentazione delle situazioni future.

Il Trattato sui Principi che governano le attività degli Stati nell'esplorazione e uso dello spazio extratmosferico, inclusa la Luna e gli altri corpi celesti (Outer Space Treaty – OST) è un Trattato che stabilisce principi ampi, senza specificare i limiti delle attività civili nell'ambiente extra-atmosferico. Poiché le norme giuridiche che appartengono a diverse branche del diritto si completano a vicenda, esiste la potenzialità che regole non direttamente nate nel contesto spaziale, possano essere applicabili ad esso. L'art. III dell'OST stabilisce l'applicabilità del diritto internazionale alle attività spaziali, inclusa la Carta delle Nazioni Unite⁵.

Un esempio potrebbe essere rappresentato dalla Convenzione per la tutela del patrimonio culturale e naturale dell'UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)⁶, cui sono annesse le liste dei beni proclamati patrimonio mondiale. L'articolo 12 della Convenzione stabilisce: «Il fatto che un bene del patrimonio culturale e naturale non sia stato iscritto nell'uno o nell'altro elenco [...] non significa in alcun modo ch'esso non abbia un valore universale eccezionale a fini diversi da quelli risultanti dall'iscrizione in questi elenchi».

In altre parole, la Convenzione offrirebbe l'opportunità per lo spazio o altri beni sui corpi celesti di essere considerati di valore universale eccezionale. Ma tale opportunità però può essere realizzata solamente se il bene ricade nella giurisdizione dello Stato che ne chiede l'iscrizione alla lista e se ne prenda cura. Poiché lo spazio è un'area

⁵ Art. III OST: «States Parties to the Treaty shall carry on activities in the exploration and use of outer space, including the Moon and other celestial bodies, in accordance with international law, including the Charter of the United Nations, in the interest of maintaining international peace and security and promoting international cooperation and understanding».

⁶ Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, conclusa a Parigi il 16 novembre 1972. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage* 1972. http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (ultimo accesso il 12/07/2020)

oltre le giurisdizioni nazionali, questa Convenzione risulta inapplicabile, a meno che la protezione possa essere dichiarata d'ufficio, ad esempio dall'Unesco stesso.

Il diritto internazionale, in casi specifici, ammette il ricorso all'uso dell'analogia attraverso un'interpretazione estensiva dei trattati. L'analogia consiste nell'applicare a un caso, non direttamente o specificamente previsto da una norma giuridica, una regola prevista per un'ipotesi diversa ma simile al caso non contemplato⁷.

Vi sono però alcune restrizioni all'uso dell'analogia, come ad esempio l'infrazione alla sovranità di uno Stato⁸. Tale restrizione non pone comunque un limite nel nostro caso dal momento che lo stesso Trattato sullo spazio extra-atmosferico contiene la clausola di non-appropriazione (art. II) che non ammette titoli di sovranità nello spazio o sui corpi celesti, per cui non vi è alcuna sovranità che possa essere lesa da un'eventuale applicazione analogica. È impossibile quindi dichiarare la sovranità di qualsiasi Stato su di essi. La prima parte del primo articolo dell'OST stabilisce che lo spazio extra-atmosferico e i corpi celesti sono "the province of all mankind" quindi responsabilità di tutta l'umanità.⁹

Lo spazio e i corpi celesti devono quindi essere considerati come un risorsa nella disponibilità dell'umanità, in modo che le risultanti regole di protezione e responsabilità possano essere applicate ove sia necessario.

1.4. Case Study *della legislazione americana*.- Al fine di illustrare gli argomenti precedenti, la legislazione americana può offrire un esempio.

⁷ DINIZ, M. H., *Curso de Direito Civil Brasileiro*. São Paulo, 2011. p. 86. L'analogia è una forma di interpretazione estensiva, che consiste nell'applicare una norma ad un caso che essa non prevede, ma i cui caratteri essenziali siano analoghi a quelli del caso previsto Principio della Tabula Rasa.

⁸ REZEK, J. F., *Direito internacional público: curso elementar*. São Paulo, 2008, 145-146.

⁹ Il primo paragrafo del primo articolo del Trattato sullo Spazio Extra-atmosferico stabilisce: "The exploration and use of outer space, including the moon and other celestial bodies, shall be carried out for the benefit and in the interests of all countries, irrespective of their degree of economic or scientific development, and shall be the province of all mankind." I testi, sia nella versione inglese che in quella italiana, usano due parole diverse per descrivere la stessa cosa: "provincia" e "prerogativa". Tuttavia queste parole hanno significati diversi. La provincia può essere considerata una circoscrizione territoriale mentre la prerogativa è un privilegio, un diritto. L'unica cosa in comune che hanno entrambi i termini è che presuppongono la responsabilità. Responsabilità per la provincia della Terra, che deve essere curata, o responsabilità per il corretto uso del privilegio che ha l'umanità. La traduzione di questo termine in portoghese è la parola "incumbência", che significa anche "responsabilità".

Gli Stati Uniti hanno adottato nel 2020 l' Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources in aggiunta allo U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act - Public Law 1124-90 - Title IV; del 2015 e stabilito i Principi guida degli Accordi Artemis, sempre nel 2020. Le leggi citate dimostrano l'intenzione del paese nordamericano di rafforzare l'industria spaziale nazionale e il commercio, al fine di incoraggiare la crescita economica degli Stati Uniti.

È chiaro che gli obiettivi prioritari della legislazione americana sono quelli di stimolare il commercio dell'industria spaziale statunitense in seguito allo sfruttamento delle risorse spaziali e che per raggiungerli sarà necessario stabilire partenariati, in modo che si possa andare nello spazio per colonizzarlo. Tali partenariati sono basati su regole e principi prestabiliti, ai quali dovrebbero aderire coloro che sono interessati alla cooperazione attraverso gli Artemis Accords.

Gli Stati Uniti si pongono come leader del ritorno dell'uomo sulla Luna ed oltre e stanno creando opportunità per coloro che vogliono collaborare con questo scopo. Avendo gli USA la leadership di questa missione, ciò che accade è che gli Stati che collaborano e contribuiscono al progetto americano, in un certo senso rinunciano ad opporsi ad eventuali pratiche scorrette da parte degli Stati Uniti.

Le regole relative alla cooperazione nell'ambito degli Artemis Accords stabiliscono anche che i risultati delle ricerche saranno divulgati e condivisi. Tuttavia tali regole sono generiche e astratte. Ma forse l'aspetto più controverso è il fatto che gli Stati Uniti non considerano lo spazio come un "global commons" o "beni comuni globali", termine generalmente utilizzato per descrivere domini di risorse internazionali, sovranazionali e globali in cui si trovano risorse del *pool* comune¹⁰: «Outer Space is a legally and physically unique domain of human activity, and the United States does not view it as a global commons»¹¹.

Ciò si rifletterà nel modo in cui gestiranno le attività spaziali, cioè se ci sarà "esplorazione" o molto più "sfruttamento", soprattutto considerando la pratica dell'attività estrattiva, che potrebbe essere dannosa per l'ambiente. Anche se gli Stati Uniti non sono Parti all'Accordo sulla Luna del 1979, molte delle sue disposizioni sono contenute in

¹⁰ WIKIPEDIA, the free encyclopedia, *Global Commons*. https://en.wikipedia.org/wiki/Global_commons (ultimo accesso il 12/07/2020).

¹¹ Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources – The White House (archives.gov).

maniera più essenziale nell'OST, che non può essere da loro ignorato. Il fatto che gli Stati Uniti non considerino lo spazio extra-atmosferico come un Global Commons, non è conforme all'OST, secondo il quale l'esplorazione e l'utilizzazione dello spazio extra-atmosferico devono essere condotte per il bene e nell'interesse di tutti i Paesi e sono una prerogativa dell'intero genere umano. Pertanto, se l'esplorazione e l'uso dello spazio e dei corpi celesti sono prerogative dell'umanità, lo spazio extra-atmosferico e i corpi celesti appartengono a tutti e tutti ne possono usufruire, quindi non appartengono a nessuno in particolare (regime di *res communis omnium*).

Considerando che l'OST si impone, almeno nelle sue norme consuetudinarie, a tutti gli Stati, nessun Paese può ignorare quelle disposizioni e le eventuali lacune giuridiche esistenti in assenza di regolamentazione della protezione diretta allo spazio stesso potrebbero essere colmate alla luce di possibili applicazioni analogiche.

1.5. *L'esistenza di regole e leggi rispetto allo sviluppo della scienza e della tecnologia.* - Come accennato, l'attuale corsa allo spazio che comprende nuovi attori, compresi i privati, non può rischiare di trovarsi di fronte a un quadro in cui la presenza di vistose lacune può portare a conseguenze negative.

Deve essere chiaro, tuttavia, che l'esistenza di regole non serve a rallentare lo sviluppo, ma piuttosto a renderlo ordinato, in modo che le attività spaziali svolte raggiungano i fini desiderati, con la dovuta protezione dell'ambiente spaziale.

Quindi, in termini pratici, possiamo citare alcuni esempi su come le attività spaziali possano essere svolte nel rispetto delle leggi esistenti, che consentano la crescita dello Spazio 4.0 con la dovuta protezione dell'ambiente spaziale.

I nuovi attori spaziali devono rispettare le risorse per conto di tutti e a beneficio di tutti; le attività spaziali devono essere regolate, per proteggere lo spazio extra-atmosferico e i corpi celesti dai comportamenti scorretti, in modo che non si produca la "tragedy of Commons", che identifica una situazione in un sistema di risorse condivise in cui i singoli utenti, agendo in modo indipendente in base al proprio interesse personale, si comportino in modo contrario al bene comune

di tutti gli utenti esaurendo o rovinando la risorsa condivisa attraverso la loro azione collettiva¹².

1.6. *Conclusione.*- L'umanità deve imparare da ciò che è accaduto sulla Terra e non replicare gli stessi errori (principalmente ambientali e sociali) nello spazio, dimostrando che non vi è stata evoluzione da parte dell'essere umano riguardo alla propria esistenza. Pertanto, il diritto stesso deve adattarsi. Se le attuali strutture giuridiche non si adattano ai nuovi scopi per cui sono destinate, ci deve essere consenso sul fatto che possano essere utilizzate per migliorare la condotta umana.

È necessario agire, in tutti i settori (scientifico, giuridico, economico, sociale), con creatività, saggezza e competenza, in modo che le attività spaziali si svolgano in modo corretto, costante e pacifico.

Gli attori spaziali devono quindi agire nell'ambito della cooperazione anche ai fini della competizione per consentire l'esplorazione dello spazio in modo sostenibile, vantaggioso per tutti, sicuro e protetto per le generazioni presenti e future.

BIBLIOGRAFIA

- DEVOTO, Giacomo.; OLI, Gian Carlo; SERIANNI, Luca; TRIFONE, Maurizio, *Il Nuovo Devotino - Vocabolario della lingua italiana*, Milano, 2020.
 DINIZ, Maria Helena. *Curso de Direito Civil Brasileiro*. São Paulo, 2011.
 MARQUES, Claudia Lima. *Manual de direito do consumidor*. São Paulo, 2009
 TELLES JUNIOR, Goffredo. *Direito quântico: ensaio sobre o fundamento da ordem jurídica*. São Paulo, 2014.
 REZEK, José Francisco. *Direito internacional público: curso elementar*. São Paulo, 2008 p.p.145-146. (Phd presso l'Università di Parigi, ministro della Corte Suprema del Brasile e Membro della Corte Internazionale di Giustizia il 1997).

Articoli sul web

- MONSERRAT FILHO, José. *A política espacial e o Tratado do Espaço*. <https://www.sul21.com.br/opiniaopublica/2016/10/a-politica-espacial-e-o-tratado-do-espaco-por-jose-monserrat-filho/> (ultimo accesso il 12/07/2020)
 MONSERRAT FILHO, José. *Antropoceno no espaço*. <https://www.sul21.com.br/opiniaopublica/2016/10/antropoceno-no-espaco-por-jose-monserrat-filho/> (ultimo accesso il 12/07/2020)
 MONSERRAT FILHO, José; SALIN, A. Patrício. *O Direito Espacial e as hegemonias mundiais*.

¹² WIKIPEDIA, the free encyclopedia, *Tragedy of the commons*. https://en.wikipedia.org/wiki/Tragedy_of_the_commons (ultimo accesso il 12/07/2020)

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000100016 (ultimo accesso il 12/07/2020)

SCHOMBERT, James. *Anthropic Principle*.
<http://abyss.uoregon.edu/~js/cosmo/lectures/lec24.html> (ultimo accesso il 12/07/2020)

Legislazioni

Il Codice civile italiano, Regio Decreto 16 marzo 1942, n. 262. *Altalex. Codice civile, Disposizioni sulla legge in generale*.
<https://www.altalex.com/documents/news/2013/10/01/disposizioni-sulla-legge-in-generale#titolo> (ultimo accesso il 12/07/2020)

Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, conclusa a Parigi il 16 novembre 1972. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage 1972*.
http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html (ultimo accesso il 12/07/2020)

Decreto n° 64.362, 17 aprile 1969. Promulga o Tratado sobre Exploração e Uso do Espaço Cósmico. Presidência da República Federativa do Brasil - Planalto.
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D64362.html (ultimo accesso il 12/07/2020)

Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources. The White House. Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources.
<https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/executive-order-encouraging-international-support-recovery-use-space-resources/> (ultimo accesso il 12/07/2020)

Public Law 114–90, 114th Congress. U.S. Commercial Space Launch Competitive-ness Act. 25 Novembre 2015. United States Congress.
<https://www.congress.gov/114/plaws/publ90/PLAW-114publ90.pdf> (ultimo accesso il 12/07/2020)

Trattato sulle norme per l'esplorazione e l'utilizzazione, da parte degli Stati, dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, concluso a Londra, Mosca e Washington il 27 gennaio 1967. Ministero della Difesa. *Trattato sulle norme per l'esplorazione e l'utilizzazione, da parte degli Stati, dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti*.
https://www.difesa.it/SMD_/CASD/IM/ISSMI/Corsi/Corso_Consigliere_Giuridico/Documents/50874_Londra_Mosca_Washington1967.pdf (ultimo accesso il 12/07/2020)

Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, concluso a Londra, Mosca e Washington il 27 gennaio 1967. UNOOSA - United Nations Office for Outer Space Affairs, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*.

<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/outerspacetreaty.html> (ultimo accesso il 12/07/2020)

Siti web

AIAA - American Institute of Aeronautics and Astronautics. Space: *The Fragile Frontier*. <https://arc.aiaa.org/doi/book/10.2514/4.477768> (ultimo accesso il 12/07/2020)

American Institute of Physics. *The Week of May 18, 2020*. <https://www.aip.org/fyi/fyi-this-week/week-may-18-2020> (ultimo accesso il 12/07/2020)

ESA - The European Space Agency. *What is space 4.0?* https://www.esa.int/About_Us/Ministerial_Council_2016/What_is_space_4.0. (ultimo accesso il 08/06/2020)

NASA - National Aeronautics and Space Administration. The Artemis Accords. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html> (ultimo accesso il 12/07/2020)

UNOOSA - United Nations Office for Outer Space Affairs, Space Law Treaties and Principles. <https://www.unoosa.org/oosa/index.html> (ultimo accesso il 12/07/2020)

WIKIPEDIA, the free encyclopedia, Colonization. <https://en.wikipedia.org/wiki/Colonization> (ultimo accesso il 12/07/2020).

WIKIPEDIA, the free encyclopedia, Fermi Paradox. https://en.wikipedia.org/wiki/Fermi_paradox (ultimo accesso il 12/07/2020)

WIKIPEDIA, the free encyclopedia, Global Commons. https://en.wikipedia.org/wiki/Global_commons (ultimo accesso il 12/07/2020)

WIKIPEDIA, the free encyclopedia, Tragedy of the commons. https://en.wikipedia.org/wiki/Tragedy_of_the_commons (ultimo accesso il 12/07/2020)

CAPITOLO 2

LA REGISTRAZIONE DEGLI OGGETTI SPAZIALI

2.1. *Introduzione.*- Il diritto spaziale è in continuo sviluppo perché in continua evoluzione sono il sapere umano e la società nella quale viviamo. Le nuove sfide che il mondo spaziale pone, dall'esplorazione alle applicazioni spaziali, aprono numerosi interrogativi per i quali vanno cercate soluzioni creative, innovative e all'altezza delle nuove esigenze. La registrazione degli oggetti spaziali costituisce un aspetto fondamentale per regolare le attività spaziali, per garantirne trasparenza e sicurezza, per dare certezza al diritto e ai rapporti giuridici. Nelle prossime pagine tratteremo delle procedure di immatricolazione, del loro adattamento rispetto alle novità del presente e dell'importanza degli strumenti giuridici non vincolanti nell'influenzare ed agevolare il processo evolutivo delle discipline giuridiche.

2.2. *Iter per la registrazione degli oggetti spaziali e la Convenzione sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico del 1975.*- La registrazione degli oggetti spaziali a livello internazionale oggi si muove su più piani. Da una parte, un registro pubblico istituito presso il Segretariato dell'Organizzazione delle Nazioni Unite, il cosiddetto "Resolution Register" istituito sulla base della Ris. 1721(XVI) dell'Assemblea generale nel 1961¹³, nel quale gli Stati di lancio possono registrare gli oggetti spaziali da loro lanciati su base volontaria. Il "Resolution Register" continua ad essere operativo per tutti quegli Stati che non hanno aderito o ratificato la Convenzione sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico del 1975 e che intendono immatricolare i loro oggetti spaziali¹⁴.

¹³ La Risoluzione 1721 (XVI) dell'Assemblea generale (AG) chiedeva agli Stati di immatricolare gli oggetti lanciati nello spazio e fornire tempestivamente informazioni funzionali ad una corretta identificazione degli oggetti lanciati e dello Stato di lancio. UNGA, Res. 1721 (XVI), 20 December 1961, A/RES/1721(XVI).

¹⁴ La Convenzione sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico è stata firmata a New York il 14 gennaio 1975 ed è entrata in vigore il 15 settembre 1976. La Risoluzione dell'Assemblea generale n. 3182 affidava un mandato alla Commissione delle Nazioni Unite sull'uso pacifico dello spazio extra-atmosferico (COPUOS) ed al

Dall'altra, invece, vi sono le modalità e procedure stabilite dalla Registration Convention per gli Stati che vi hanno aderito o l'hanno ratificata. Essa prevede che lo Stato di lancio di un oggetto spaziale¹⁵ debba immatricolarlo¹⁶ nell'apposito registro nazionale e fornire una serie di informazioni al Segretario Generale dell'ONU "concernenti ogni oggetto spaziale iscritto nel proprio registro...as soon as practicable" – così come indicato dal par. 1 degli artt. IV e V della Convenzione sulla registrazione¹⁷. Attualmente sono 67 gli Stati Parti alla Convenzione del '75. Numero, questo, abbastanza alto se si considera la specificità del tema trattato e gli anni durante i quali è entrata in vigore la Convenzione ma sicuramente non sufficiente alla luce del quadro odierno che vede aumentare i paesi coinvolti nelle attività spaziali. L'Assemblea generale delle Nazioni Unite (AG) e la Commissione delle Nazioni Unite sull'uso pacifico dello spazio extra-atmosferico (COPUOS) sono infatti intervenuti più volte per evidenziare l'importanza della Convenzione sulla registrazione e più in generale delle pratiche di immatricolazione per i molteplici profili pratici e giuridici e per incoraggiare gli Stati all'adesione o ratifica ed attuazione delle sue disposizioni, inclusi tra l'altro gli Stati che non hanno lanciato oggetti nello spazio. In particolare, con la Risoluzione 62/101 del 2007, l'Assemblea generale ha richiamato i benefici dell'adesione alla Convenzione – fra cui la possibilità di sfruttare "strumenti e procedure che aiutino gli Stati nell'identificazione degli oggetti spaziali"¹⁸ – ed ha sottolineato come "il rispetto e l'osservanza delle norme" della Convenzione incentivi l'istituzione di Registri nazionali e "contribuisca a sviluppare procedure e meccanismi per il loro mantenimento", particolarmente utili quando si tratta di paesi "nuovi" al mondo spaziale e quindi meno strutturati e privi o carenti di un bagaglio di ex-

suo Sottocomitato giuridico (LSC) per la redazione di un testo in materia. UNGA Res. 3182 (XXVIII), 18 December 1973, A/RES/3182(XXVIII).

¹⁵ Come la stessa Convenzione precisa all'art. I, con il termine oggetto spaziale si intendono le "parti costituenti l'oggetto spaziale, il veicolo di lancio e sue parti componenti".

¹⁶ La principale differenza rispetto al "Resolution Register" consiste nell'obbligatorietà del comportamento

¹⁷ Il registro on-line è pubblico. L' Online Index of Objects Launched into Outer Space è consultabile al sito dell'UNOOSA: http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jsp?lf_id=

¹⁸ Si pensi, per esempio, al caso di oggetti spaziali non identificati e all'applicazione dell'art. VI della Convenzione del '75 il quale prevede forme di assistenza reciproca tra Stati. Si veda il par. 4.

pertise organizzativa, legale, tecnica¹⁹. La Risoluzione sottolinea come l'eventuale ratifica o adesione contribuisca ad una più corretta ed efficace trasmissione da parte di Stati o organizzazioni intergovernative internazionali (IGOs) delle informazioni richieste e di conseguenza aumenti il valore e l'importanza pratica dei registri nazionali²⁰. Gli stessi punti sono tra l'altro stati toccati più di recente dalle Linee guida sulla sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali (LTS Guidelines), adottate dal COPUOS nel 2016, le quali hanno anche precisato che gli Stati devono favorire il rispetto della normativa sull'immatricolazione.

Inoltre tanto la Risoluzione 62/101 quanto le LTS Guidelines hanno sottolineato come le informazioni obbligatorie ed addizionali previste dalla Convenzione siano insufficienti per individuare ed identificare l'oggetto in orbita, soprattutto trascorso un certo periodo di vita operativa. Ampliare il catalogo o comunque avere la collaborazione dei vari soggetti coinvolti nella notifica, – sarebbe utile anche per rendere tali “dati” pubblici ed accessibili a tutti gli operatori del settore in modo da mantenere un alto grado di trasparenza²¹ e per essere sempre aggiornati su eventi pericolosi o potenzialmente dannosi nello spazio extra-atmosferico così da poterli eventualmente prevenire o intervenire tempestivamente, assicurando la sicurezza delle operazioni spaziali²². Per gli stessi motivi e per sostenere la collaborazione spaziale tra i

¹⁹ UNGA Res. 62/101, 17 December 2007, A/RES/62/101, intitolata “Recommendations on enhancing the practice of States and international intergovernmental organizations in registering space objects”, cit. Il mantenimento del registro è generalmente devoluto alle Agenzie Spaziali nazionali. Gli Stati che non hanno istituito un'agenzia ma sono comunque Stati Parte alla Convenzione e membri dell'Agenzia Spaziale Europea –come per esempio la Spagna, iscrivono il lancio dei propri oggetti spaziali presso un registro apposito istituito presso l'ESA.

²⁰ Ai sensi dell'art. VII della Registration Convention, la relativa disciplina può essere estesa alle IGOs purché “tali organizzazioni dichiarino di accettare i diritti e gli obblighi sanciti dalla Convenzione e qualora la maggioranza degli Stati membri dell'organizzazione siano Stati Parte della Convenzione”. L'art. VI dell'OST inoltre prevede che “quando le attività” spaziali “sono condotte da un'organizzazione internazionale, la responsabilità per il rispetto delle sue disposizioni grava tanto su di essa quanto sugli Stati Parti al Trattato che fanno parte dell'organizzazione”. Rientra in questo quadro, per esempio, l'ESA mentre dubbi sorgono rispetto all'Unione Europea che da sempre ha rifiutato lo status di “organizzazione internazionale. (da dove proviene la citazione?)

²¹ La trasparenza sulle informazioni concernenti gli oggetti spaziali e le relative attività di Stati ed IGOs era proprio uno degli obiettivi della Registration Convention che, tra l'altro, all'art. III parla di un “pieno e libero accesso” alle informazioni. Su questa linea d'onda la condivisione delle informazioni - così come le pratiche di immatricolazione in sé è stata anche agevolata dalla digitalizzazione dei registri che la stessa AG, nella Risoluzione 62/101 del 2007, aveva suggerito.

²² Si veda, COPUOS, Guidelines for the long-term sustainability of outer space activities, adottate a Vienna il 27 giugno 2018., Doc. A/AC.105/C.1/L.366.

Paesi, Risoluzione e Linee guida incentivano gli Stati ad uniformare le prassi e procedure di immatricolazione e le informazioni oggetto di notifica sulla base di standard internazionali²³.

Queste indicazioni fornite dall'AG e dal COPUOS possono sembrare superflue ma in realtà i dati ci dicono altro: ad esempio, nonostante l'obbligo sancito dalla Registration Convention, sono poco più di venti i Paesi che hanno istituito un Registro nazionale²⁴ e che quindi sono in grado di eseguire correttamente le pratiche di immatricolazione e di adempiere agli obblighi che la Convenzione impone, così come di godere appieno dei diritti da essa garantiti²⁵. Ancora, la Registration Convention non impone un limite temporale per la notifica, utilizzando l'espressione "as soon as practicable", con la conseguenza che la modalità di adempimento di tale obbligo è interamente rimessa alla discrezionalità dei paesi interessati. Circostanza che ha provocato grandi ritardi nelle comunicazioni all'ONU, dipendenti anche dalle singole legislazioni e prassi nazionali²⁶ e dall'assenza di meccanismi di controllo²⁷ che hanno portato ad una non piena corrispondenza tra gli oggetti in orbita e quelli effettivamente registra-

²³ La AG Resolution 62/101 del 2007 sosteneva che essere parte della Convenzione del 1975 fosse funzionale proprio a questo obiettivo. Con il tempo ci si è resi conto che, nonostante l'essenzialità della Convenzione, essa presenta numerosi problemi interpretativi, applicativi e lacune. Specialmente se si considerano tutti i cambiamenti e le evoluzioni che il mondo spaziale ha vissuto negli anni ed in particolare modo, quelli legati alla New Space Economy, il diritto spaziale - molto più di altri, è connesso al progresso e a tutte le innovazioni tecnico-scientifiche e di conseguenza deve sempre adeguarsi al fine di rispondere alle esigenze e alle sfide del futuro.

²⁴ Oltre all'Italia Argentina, Australia, Bielorussia, Belgio, Brasile, Canada, Cina, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Grecia, India, Giappone, Kazakhstan, Messico, Norvegia, Paesi Bassi, Pakistan, Repubblica di Corea, Russia, Sud Africa, Spagna, Ucraina e Stati Uniti d'America hanno istituito registri nazionali.

²⁵ Oltre all'Italia Argentina, Australia, Bielorussia, Belgio, Brasile, Canada, Cina, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Grecia, India, Giappone, Kazakhstan, Messico, Norvegia, Paesi Bassi, Pakistan, Repubblica di Corea, Russia, Sud Africa, Spagna, Ucraina e Stati Uniti d'America hanno istituito registri nazionali.

²⁶ Non è prevista infatti alcuna armonizzazione, o quantomeno raccordo, delle discipline interne sebbene l'AG abbia più volte sottolineato quando sia indispensabile muoversi in questa direzione e la digitalizzazione abbia apportato contributi utili.

²⁷ Il COPUOS, nelle LTS Guidelines, ha suggerito che l'ufficio delle Nazioni Unite per gli affari dello spazio extra-atmosferico (UNOOSA) "dovrebbe essere investito dell'autorità per intervenire allo scopo di istituire e sostenere meccanismi di attuazione che consentano di perseguire con successo l'obiettivo di incoraggiare ed assicurare l'adozione, da parte di Stati ed IGOs, di consolidate pratiche nella registrazione delle informazioni" concernenti gli oggetti spaziali e le loro funzioni. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Guidelines for the long-term sustainability cit. (sostituire con il brano originale in lingua inglese!)

ti²⁸. Situazione peggiorata negli ultimi anni e destinata ad aggravarsi. Pensiamo al grandissimo numero di Stati che si sono avvicinati allo spazio negli ultimi decenni ed hanno contribuito a far aumentare enormemente la quantità di oggetti in orbita, operativi e non. Pensiamo a futuri lanci effettuati da corpi celesti diversi dalla Terra o dallo spazio come già avviene con la Stazione Spaziale Internazionale. Pensiamo ancora a tutti gli operatori privati che iniziano a svolgere un ruolo attivo – e non solo di finanziamento – nelle attività spaziali e rispetto ai quali si pongono una serie di interrogativi che esigono risposte nuove e creative. Se, da una parte, è essenziale rispettare la libertà di iniziativa economica privata e d’impresa quale valore fondamentale delle società democratiche, dall’altra, è altrettanto vitale pensare a limiti, regole o “meccanismi di controllo” delle loro attività in termini di utilizzo dello spazio nel rispetto della sostenibilità e di valori diffusi a livello internazionale. Comprendiamo dunque, da un canto, l’importanza delle pratiche di registrazione che, oltre alla funzione per la quale sono state pensate sono, seppur indirettamente, anche connesse a ragioni di sostenibilità spaziale, di sicurezza, safety e responsabilità. Dall’altro, la necessità di normative nazionali che prevedano l’estensione degli obblighi di immatricolazione anche per tali soggetti sebbene in via indiretta: la registrazione può essere effettuata, infatti, solo da enti governativi ma le leggi nazionali possono prevedere, per esempio, che le Agenzie nazionali fungano da “registrar” per le attività spaziali svolte dal settore privatistico²⁹.

Avere, tra l’altro, una legge nazionale sullo spazio aumenta notevolmente la competitività di un paese poiché, da una parte, sono tanti gli Stati che non ne sono dotati e dunque in questo senso sono svantaggiati³⁰; dall’altra, consente al Paese di regolamentare nel dettaglio le attività spaziali dei privati, attuare politiche industriali dei segmenti del settore spazio e più in generale rendere trasparenti, conosciute e chiare le pratiche e procedure da seguire. La trasparenza nelle procedure è importante anche per la sicurezza delle operazioni nello spazio.

²⁸ Stati Uniti e Federazione Russa, per esempio, dato l’alto numero di lanci, eseguono la notifica una volta l’anno..

²⁹ Si veda, SCHMIDT-TEDD, B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science, 2020, oxfordre.com (13 luglio 2020).

³⁰ Fra questi Paesi vi è anche l’Italia che fonda la relativa regolamentazione su una serie di provvedimenti emanati negli anni al fine di aderire o ratificare Convenzioni o Trattati, adottare Accordi o per altre esigenze normative. La Registration Convention è stata ratificata con legge n. 153 del 2005.

Sembrerebbe dunque fondamentale ed imprescindibile una presa di responsabilità da parte degli Stati ed una seria riflessione sulla necessità, se non di aggiornare la Convenzione del '75, almeno di aderirvi, attuarla e di rispondere positivamente ed attivamente a raccomandazioni, indirizzi e suggerimenti dell'ONU, del COPUOS e, più in generale, della Comunità internazionale e degli esperti del settore³¹. Infine, ultimo ma non meno importante, di emanare, aggiornare e attuare le leggi spaziali nazionali per questa ed altre esigenze³².

2.3. Responsabilità, giurisdizione, controllo e la dissociazione tra Stato di lancio e Stato di registro.- All'immatricolazione degli oggetti spaziali si legano una serie di questioni giuridiche non secondarie, riguardanti profili diversi del diritto dello spazio. Il problema della dissociazione tra Stato di lancio e di registro è uno di questi che nasce dai cambiamenti economici e sociali del mondo attuale.

L'art. I della Convenzione sull'immatricolazione del 1975 enuncia una molteplicità di definizioni di "Stato di lancio" che è lo "Stato che lancia o procura il lancio di un oggetto spaziale o lo Stato dal cui territorio o infrastruttura viene lanciato un oggetto spaziale"; lo "Stato di registro" viene identificato con lo "Stato di lancio nel cui registro un oggetto spaziale è immatricolato ai sensi dell'art. II". Citare anche la Liab.

La Registration Convention non prende quindi in considerazione l'ipotesi di una dissociazione tra i due status³³ e in particolare il problema si pone laddove lo Stato di registro cambi dopo aver effettuato il lancio dell'oggetto spaziale e quindi durante la vita operativa dell'oggetto in orbita o su un altro corpo celeste. Consideriamo che all'epoca della conclusione della Registration Convention lo spazio era un ambiente nel quale operavano esclusivamente i soggetti pubbli-

³¹ Ipotesi poco probabile a causa della dimensione della Comunità internazionale coinvolta nel mondo spaziale.

³² Tenendo conto tanto degli strumenti giuridici vincolanti quanto di quelli non vincolanti, come le LTS Guidelines sottolineano. Si veda, Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Guidelines for the long-term sustainability, cit.

³³ Unica ipotesi considerata "accettabile" riguarda il passaggio di immatricolazione quando il nuovo Stato di registro sia è uno degli Stati che hanno contribuito al lancio ovvero in presenza di una pluralità di Stati di lancio. L'ONU ha poi cercato una soluzione, inserendo nel form di notifica delle informazioni una sezione dedicata ad eventuali "cambiamenti di proprietà o supervisione dell'oggetto" che, se compilata correttamente e tempestivamente può soddisfare quantomeno il requisito della trasparenza. Si veda, SCHMIDT-TEDD, B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science, 2020, oxfordre.com (13 luglio 2020), cit.

ci, i lanci facevano capo all'ente governativo, gli oggetti spaziali rimanevano sotto la giurisdizione e controllo dello Stato di lancio e di conseguenza la sua responsabilità. Giurisdizione, controllo e responsabilità sono tre elementi fondamentali: ai sensi della Liability Convention del 1972, lo Stato di lancio è responsabile per i danni causati dagli oggetti spaziali che ha lanciato nello spazio³⁴, secondo l'art. VIII dell'Outer Space Treaty (OST), gli Stati Parte al Trattato mantengono la giurisdizione ed il controllo degli oggetti lanciati nello spazio e del personale a bordo tanto quando si trovano nello spazio extratmosferico che su altri corpi celesti³⁵ laddove tali oggetti siano stati immatricolati nei rispettivi registri nazionali³⁶. Si tratta di concetti concatenati tra loro con un rilevante impatto sulla prassi, tant'è che il problema della dissociazione ha creato e continuerà a creare grandi difficoltà. Tale situazione si produce anche per via della scarsa propensione a riaprire trattative internazionali in assenza di soluzioni normative vincolanti³⁷. Se dovessimo, infatti, guardare al contesto degli ultimi anni lo vedremmo caratterizzato da una grande apertura del mondo spaziale al settore privato ed in particolare ad operatori che, sfruttando anche infrastrutture pubblico-governative, fanno mercato e creano concorrenza. Queste attività vengono o dovrebbero essere regolamentate a

³⁴ L'immatricolazione, così come disciplinata dalla Registration Convention, diventa dunque funzionale all'identificazione di ambedue gli Stati, conclusa il 29 marzo 1972,

³⁵ Ipotesi poco probabile a causa della dimensione della Comunità internazionale coinvolta nel mondo spaziale.

³⁶ Lo Stato di registro, mantiene la giurisdizione ed il controllo sugli oggetti da lui immatricolati. Si veda, Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies - Outer Space Treaty, concluso il 27 gennaio 1967,³⁷ Unica indicazione ci perviene da una Risoluzione dell'Assemblea generale, la n. 62/101 del 2007, nella quale si ribadisce quanto già sostenuto precedentemente ovvero come «a seguito di cambiamenti nella supervisione dell'oggetto spaziale in orbita, lo Stato di registro – in collaborazione con lo Stato interessato ai sensi dell'art. VI dell'OST – deve fornire una serie di informazioni aggiuntive al Segretario Generale dell'ONU».[...], «in assenza di un nuovo Stato di registro» – per via di difficoltà legate al «riconoscimento» di oggetti già in orbita da parte del nuovo paese – «tali informazioni dovrebbero essere comunicate dallo Stato interessato ex art. VI dell'OST». Tale indicazione, però, si è presto rivelata inadeguata a risolvere un problema così complesso e delicato.

³⁷ Unica indicazione ci perviene da una Risoluzione dell'Assemblea generale, la n. 62/101 del 2007, nella quale si ribadisce quanto già sostenuto precedentemente ovvero come «a seguito di cambiamenti nella supervisione dell'oggetto spaziale in orbita, lo Stato di registro – in collaborazione con lo Stato interessato ai sensi dell'art. VI dell'OST – deve fornire una serie di informazioni aggiuntive al Segretario Generale dell'ONU».[...], «in assenza di un nuovo Stato di registro» – per via di difficoltà legate al «riconoscimento» di oggetti già in orbita da parte del nuovo paese – «tali informazioni dovrebbero essere comunicate dallo Stato interessato ex art. VI dell'OST». Tale indicazione, però, si è presto rivelata inadeguata a risolvere un problema così complesso e delicato.

livello interno e le attività che coinvolgono il lancio di oggetti nello spazio necessitano l'immatricolazione di tali oggetti presso registri solitamente mantenuti dalle Agenzie Spaziali nazionali, oltre che autorizzazioni e/o licenze³⁸. Questo caso non è direttamente riconducibile alla Convenzione del '75, che ha come destinatari esclusivamente Stati ed IGOs ma il comportamento dello Stato di lancio viene in rilievo attraverso l'azione dell'art. VI dell'OST che determina la responsabilità di tale Stato per le attività dei privati qualificabili come "national activities" e per questo impone allo Stato la supervisione e controllo su tali attività. Ai sensi dell'art. VI dell'OST, quindi i Paesi sono responsabili a livello internazionale delle attività svolte nello spazio extra-atmosferico, sulla Luna o su altri corpi celesti da soggetti sottoposti alla loro giurisdizione e devono assicurarsi che tali attività siano condotte nel rispetto dei Trattati. Qui rinveniamo l'anello di congiunzione tra attività meramente privatistiche riguardanti il settore spaziale come le vendite internazionali, lo spostamento di capitali, il trasferimento di sedi aziendali, e la disciplina generale di Convenzioni e Trattati che gli Stati Parti devono rispettare³⁹. Un'impresa può trasferire la propria sede legale in un paese diverso da quello della propria registrazione dopo aver lanciato oggetti spaziali e rimarrà comunque proprietaria di tali oggetti a prescindere dal fatto che si trovino in orbita o su un altro corpo celeste *ex par.* 2, art. VIII dell'OST. Con il trasferimento, due potrebbero essere gli effetti. Il primo è certo: il nuovo Stato sarà responsabile, delle attività nazionali condotte sotto la sua giurisdizione e quindi anche di quelle dell'azienda che si è trasferita. Il secondo è possibile: l'operatore privato potrebbe dover immatricolare, a seconda delle leggi interne del Paese di destinazione, gli oggetti di cui è proprietario nel registro di quel Paese facendo di esso il nuovo Stato di registro. È dunque in questo frangente che si manifesta la dissociazione tra Stato di lancio e Stato di registro⁴⁰. Conseguenza di questo passaggio di registro, non contemplato dalla Convenzione del '75, sarebbe il trasferimento di giurisdizione e controllo degli oggetti al nuovo Paese, mentre la responsabilità in caso di danni provocati da tali

³⁸ Si veda SCHMIDT-TEDD, B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, cit.

³⁹ Si tratta di tutte le attività largamente favorite dalla globalizzazione, dall'inter-nazionalizzazione dei mercati, dall'abbattimento di molte frontiere, dalla tutela in tanti settori della libertà concorrenziale.

⁴⁰ Stessa ipotesi si realizza quando gli oggetti spaziali vengono venduti durante la loro vita in orbita ed il nuovo proprietario è di nazionalità diversa da quello dello Stato di lancio, più semplicemente, gli oggetti passano sotto la giurisdizione di un altro Stato. È bene ricordare a tale proposito che lo Stato di registro può essere uno ed uno solo.

oggetti rimarrebbe al Paese di provenienza-Stato di lancio⁴¹. Tale Paese si troverebbe, dunque, in una posizione di grande svantaggio non avendo più alcun tipo di “potere” su di essi⁴². Unica soluzione potrebbe essere un accordo tra i paesi interessati - quello di origine e quello di destinazione - al fine di fare chiarezza in punto di diritto⁴³. È chiaro che trovare soluzioni in questo contesto non è semplice; si cammina infatti lungo il crinale della libertà di iniziativa economica privata quale garanzia fondamentale in tutti gli ordinamenti giuridici democratici. D'altronde, il settore spazio sta diventando sempre più un ambiente nel quale le dinamiche inter-relazionali tra pubblico e privato, tanto in una dimensione nazionalistica quanto internazionale, assumono forme proprie e pertanto soluzioni a questioni controverse vanno ricercate tenuto conto proprio di tali peculiarità.

2.4. Small satellites, space debris, *oggetti spaziali non identificati e pratiche di immatricolazione*. - Gli *small satellites* costituiscono un esempio lampante delle nuove tecnologie spaziali e dei loro recenti sviluppi: si tratta di piccoli satelliti dalla massa inferiore ai 1000 Kg con pesi differenti, *minimal design*, solitamente prodotti in serie a costi piuttosto bassi, breve *lifetime* ma facilmente sostituibili. Queste caratteristiche consentono loro di essere accessibili ad una vasta platea di soggetti: università, centri studi, accademie ed anche paesi con ca-

⁴¹ Ulteriore ipotesi di dissociazione, tra l'altro, può anche realizzarsi rispetto al binomio giurisdizione-controllo. Oggi, infatti, quale ulteriore sviluppo delle possibilità di mercato, vi sono società che esercitano il controllo degli oggetti spaziali in orbita per conto dell'utente. Ne consegue che lo Stato di registro mantiene di fatto solo la giurisdizione sugli oggetti in questione, ma ne resta comunque responsabile. Tali rapporti, poi, si complicherebbero ulteriormente in presenza dell'ulteriore dissociazione tra Stato di lancio e Stato di registro posto che comunque essi non andrebbero in alcun modo ad influenzare la relazione tra società di controllo ed utente in quanto rapporto privatistico e quindi regolato da norme di diritto privato nazionali ed internazionali.

⁴² Un caso simile si era verificato con la società New Skies Satellites la quale, dopo una serie di operazioni aziendali spostò la propria sede legale dagli Stati Uniti all'Olanda, passando quindi sotto la giurisdizione di quest'ultima. I satelliti previamente lanciati vennero immatricolati in uno dei due registri nazionali olandesi ma il Paese declinò lo *status* di Stato di lancio e la responsabilità su di essi. Successivamente, i Paesi Bassi accettarono di considerarsi esclusivamente “responsabili ai sensi dell'art. VIII dell'OST ovvero come Stato che ha controllo e giurisdizione” ma comunque non ai sensi della Liability Convention. La controversia è rimasta senza soluzione..

⁴³ Un'ipotesi del genere si era realizzata nel caso della vendita del satellite per telecomunicazioni Artemis dell'ESA ad un operatore privato inglese. Il problema della “equa distribuzione” di oneri e vantaggi è stato risolto grazie ad un accordo tra l'Agenzia Spaziale Europea ed il Regno Unito. SCHMIDT-TEDD, B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, Oxford Research Encyclopediacit..

renti o minori capacità spaziali⁴⁴; soggetti che in tal modo riescono ad entrare nel mercato spaziale. Questi satelliti sono particolarmente apprezzati dal settore privato e dagli altri attori non convenzionali, i quali risparmiano notevolmente sui costi in termini di progettazione, produzione, *testing* - spesso assente o comunque a campione - messa in orbita, controllo ed eventuale "smaltimento" e sostituzione. Inoltre i bassi costi costituiscono un fattore importante che influisce sul minore rischio che l'operatore in questo modo si assume. Nonostante le ridotte dimensioni, tale tipologia di satelliti è ottima per la fornitura di numerosi servizi: per la ricerca scientifica⁴⁵, il *training*, per progredire con la standardizzazione delle tecnologie spaziali e delle loro applicazioni, contribuendo notevolmente a favorire la cooperazione internazionale a vari livelli⁴⁶. Dall'altro lato, queste ed altre nuove tecnologie spaziali diventano veicoli di grande competizione tra gli operatori stessi all'interno del settore privato.

Come accennato, questi satelliti di più piccole dimensioni possono celare gravi mancanze, se non gestiti e regolamentati adeguatamente⁴⁷.

⁴⁴ Si veda, Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites, adottate a Vienna il 13 April 2015.

⁴⁵ Pensiamo allo Starlink di SpaceX che ha l'obiettivo di fornire a tutto il globo accesso ad un sistema internet satellitare in banda larga a bassa latenza. Si veda, Starlink.com. Pensiamo ai vari programmi di osservazione della Terra (EO) come Cosmo-SkyMed, di matrice interamente italiana, primo programma duale sviluppato dall'ASI e dal Ministero della Difesa, già operativo da più di dieci anni e di cui due dei satelliti di seconda generazione sono stati lanciati nel 2019. (asi.it). Pensiamo al settore delle telecomunicazioni ed in particolare alla recente "integrazione con la rete mobile terrestre 4G/5G" al fine di fornire determinati servizi. NICOLAI G., *Nuove Prospettive Tecnologiche e di Servizio per l'Aerospazio*, Seminario La Scienza senza Barriere – dallo Spazio alla Rete, 2018, marconicitavecchia.it, cit., 10.

⁴⁶ NICOLAI G., *Nuove Prospettive Tecnologiche e di Servizio per l'Aerospazio*, cit., 8. Anche le LTS Guidelines - Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Guidelines for the long-term sustainability, cit. sottolineano l'importanza tanto della standardizzazione - di informazioni, pratiche e processi - quanto del contributo che queste tecnologie offrono agli Stati in via di sviluppo per consentirgli di acquisire nuove competenze e capacità in un settore - quello spaziale - che influenza enormemente il benessere economico e sociale di un paese.

⁴⁷ I bassi costi che consentono a un numero sempre maggiore di soggetti di accedere a questo tipo di attività non scoraggiano gli operatori ad assumere persino più rischi del dovuto in un settore già di per sé ad alto rischio: pensiamo alla facilità nel sostituire un piccolo satellite mal funzionante con un altro, ai *testing* a campione e così via. Benché l'avanzamento tecnologico permetta di avere oggetti spaziali dalle dimensioni ridotte e dai costi relativamente economici gli small satellites sono difficili da manovrare ed aumentano il pericolo di incidenti. Se da un lato l'alto numero di satelliti collocabili nelle orbite consente di fornire potenzialmente servizi a tutto il globo o satelliti che "guardano" la Terra a 360 gradi, dall'altro lato comporta sovraffollamento delle orbite, potenziale inquinamento spaziale, rischi crescenti di collisioni e quindi di moltiplicazione di space debris.

In particolare modo, gli *small satellites* costituiscono una delle maggiori fonti di *space debris*.⁴⁸ Anche in questo caso si è posto il problema se potessero rientrare nella definizione di “oggetti spaziali” e, quindi, se fossero soggetti alle norme sull’immatricolazione. Sembrerebbe che alcuni Paesi abbiano provveduto a registrarli e nella stessa direzione si è mosso il COPUOS che ha adottato le *Guidance* nel 2015⁴⁹ nelle quali si sottolinea come le pratiche di immatricolazione degli oggetti spaziali vadano seguite anche in caso di registrazione di detriti spaziali e frequenze. Fu la Russia a sollevare la questione sia perché gli *space debris* sono un fenomeno sempre più grave dovuto anche al sovraffollamento delle orbite sia perché la loro registrazione e dunque individuazione e controllo sarebbe utile per evitare collisioni e danni⁵⁰. Nonostante le loro ridotte dimensioni questi piccoli satelliti possono causare danni anche molto gravi data la velocità alla quale viaggiano nello spazio⁵¹. A tal fine, per esempio, le *LTS Guidelines* adottate dal COPUOS invitano gli Stati e le IGOs a sviluppare nuove tecnologie o apportare migliorie a quelle esistenti “per misurare e monitorare le proprietà orbitali e fisiche dei detriti” ed a “condividere dati e metodologie in supporto alla ricerca scientifica” per favorire la cooperazione internazionale, dato che avere le capacità di prevenire ed in qualche modo controllare questi fenomeni accresce notevolmente il tasso di competitività di un operatore, riducendone anche rischi e perdite⁵².

Per quanto riguarda la *Registration Convention*, essa interviene su un aspetto cronologicamente successivo all’immatricolazione, senza

⁴⁸ Quello degli *space debris* è un tema troppo ampio per essere esaminato nella presente sede ma, data l’importanza, è inevitabile accennarlo per la sua rilevanza.

⁴⁹ Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, *Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites*, adottate a Vienna il 13 April 2015.

⁵⁰ Sulla base della normativa attuale – vincolante e non – si consiglia agli Stati di fornire informazioni addizionali per esempio relative ai cambi di funzione dei satelliti o alla fine della loro vita operativa e poiché spesso gli *small satellites* hanno una durata nettamente minore rispetto a quelli di più grandi dimensioni, gli operatori tendono a non immatricolarli al momento del lancio per non dover ripetere il processo di registrazione di ulteriori informazioni dopo brevi periodi di tempo.

⁵¹ L’importanza della gestione degli *space debris* è evidenziata anche dall’intervento del COPUOS nell’adozione delle *Guidelines* che mirano proprio a fornire una serie di indicazioni, soprattutto tecniche, al fine di “mitigare” il fenomeno. *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, adottate a Vienna nel 2010.

⁵² Sempre sull’onda della cooperazione, inoltre, le *Linee guida* suggeriscono di coinvolgere esperti ed operatori dello *space weather* nelle attività inerenti oggetti spaziali in orbita. Si veda, Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, *Guidelines for the long-term sustainability* cit.

fornire altre indicazioni a riguardo, ovvero prevede una forma di assistenza in caso di oggetti spaziali non identificati che siano pericolosi o abbiano cagionato danni al territorio di uno Stato Parte o "a persona fisica o giuridica sotto la sua giurisdizione"⁵³.

Viste le tendenze degli ultimi anni, è plausibile ritenere che gli oggetti nello spazio continueranno a moltiplicarsi così come anche gli operatori che vorranno essere quanto più autonomi possibile nell'utilizzo dello spazio e delle sue applicazioni⁵⁴. Gli avanzamenti scientifico-tecnologici sono inarrestabili ed il diritto, soprattutto quello dello spazio che è estremamente connesso ed influenzato da questi sviluppi, dovrà trovare la via per evolvere e stare al passo coi tempi. Si dovranno sicuramente trovare nuovi metodi e tecniche di immatricolazione poiché se identificare gli oggetti spaziali è indispensabile, l'intreccio con la miniaturizzazione renderà sempre più difficile il compito.

2.5. Cooperazione, collaborazione e competizione.- Cooperazione e collaborazione nel settore spaziale sono progressivamente diventate, soprattutto dopo gli anni della guerra fredda, principi chiave che hanno guidato ed ispirato gli Stati nelle loro attività spaziali trasformando anche il paradigma della competizione: ci si è resi conto che lavorare insieme era estremamente efficace e talvolta, per perseguire determinati obiettivi al di fuori di logiche strettamente economiche e di mercato, l'unica via percorribile. Pensiamo allo scambio di *know-how*, di capacità tecnico-scientifiche, alla divisione degli altissimi costi e di altrettanti rischi, alle responsabilità. Tutto ciò ha dato vita a progetti come l'ESA, la Stazione Spaziale Internazionale (ISS), il Lunar Gateway, ExoMars e tanti altri esistenti o che nasceranno in futuro. Questo cambio di prospettiva ha anche in parte trasformato il paradigma della concorrenza: unirsi per essere più competitivi rispetto al singolo. Un'unione, certo, selettiva ma estremamente efficace.

⁵³ Assistenza fondata esclusivamente su basi volontarie e quindi, di fatto, totalmente discrezionale. Brevemente, è previsto un rapporto di collaborazione tra lo Stato "in pericolo" e gli altri Paesi-Stati Parte - in particolare quelli forniti di "impianti per l'osservazione e localizzazione spaziale" - i quali dovrebbero rispondere, per quanto possibile, alla domanda di aiuto cercando di identificare l'oggetto spaziale. Si veda, l'art. VI della Registration Convention.

⁵⁴ Va considerato comunque che sono tanti i paesi che non hanno basi di lancio per cui la totale autonomia per la maggior parte di questi è ancora lontana ed in alcuni casi difficilmente raggiungibile.

2.5.1. *Pluralità di Stati di lancio ed il problema della registrazione.*- Una delle prime questioni nata anche dalle più lontane forme di collaborazioni tra Stati nelle attività spaziali riguarda il caso in cui un oggetto spaziale sia lanciato da più paesi⁵⁵. L'art. II, par. 2 della *Registration Convention* disciplina il caso in cui siano due o più Stati di lancio di uno stesso oggetto spaziale. In tal caso lo Stato di registro deve essere unico, posto che tutti gli Stati di lancio sono responsabili di eventuali danni⁵⁶. L'articolo aggiunge anche che gli Stati coinvolti nel lancio dello stesso oggetto possono stipulare appositi accordi "circa la giurisdizione ed il controllo su tale oggetto e sul personale a bordo"⁵⁷, aprendo la strada a modalità atipiche di gestione dell'attività spaziale e delle relative questioni giuridiche⁵⁸. Il rischio in questi casi però è che gli Stati non riescano ad accordarsi⁵⁹ con la conseguenza che spesso i lanci sono ugualmente effettuati senza immatricolare gli oggetti⁶⁰. In assenza di controlli effettivi ciò crea grande incertezza su fondamentali aspetti giuridici con rilevanti ripercussioni sulla prassi. A dissipare parzialmente le conseguenze di queste ed altre pratiche scorrette - è divenuta prassi corrente inserire clausole standard nei contratti di lancio, stipulati con società che forniscono tale servizio sulla base delle quali l'immatricolazione degli oggetti spaziali, così come ogni eventuale autorizzazione o licenza, sono incombenza del cliente il quale è responsabile dell'eventuale inadempimento. Individuato il problema già nel primo decennio degli anni 2000, l'Assemblea generale era intervenuta incoraggiando «lo Stato dal cui territorio o infrastruttura è lanciato l'oggetto a contattare gli Stati o le organiz-

⁵⁵ In occasione di un programma comune oppure quando, per esempio, un oggetto viene lanciato dal territorio dello Stato X, sfruttando le infrastrutture dello Stato Y e su commissione dello Stato Z.

⁵⁶ Si veda, SCHMIDT-TEDD, B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science, 2020, oxfordre.com (13 luglio 2020).

⁵⁷ Art. VIII dell'OST.

⁵⁸ Di norma questo avviene rispetto a questioni di responsabilità. In materia vige il regime della responsabilità solidale ma, come il COPUOS ha più volte sottolineato, è importante per gli Stati partecipanti ad uno stesso programma accordarsi preventivamente per stabilire, per esempio, come distribuire gli obblighi di risarcimento.

⁵⁹ L'accordo su elementi come Stato di registro, giurisdizione, controllo ed eventualmente responsabilità, dovrebbe essere concluso congiuntamente dai paesi interessati e prima del lancio. Ricordiamo, inoltre, che la determinazione congiunta e relativa disciplina, dello Stato di registro trova applicazione anche nel caso delle IGOs. L'ESA, per esempio, «ha sempre almeno due Stati di lancio ovvero l'ESA stessa ed il Paese dal cui territorio viene lanciato l'oggetto spaziale». Di conseguenza, l'accordo sugli aspetti giuridici di questo rapporto è fondamentale "per fare chiarezza" tanto all'interno quanto all'esterno. Si veda SCHMIDT-TEDD, B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects* cit.

⁶⁰ *Idem*.

zazioni intergovernative internazionali che si qualificano come Stato di lancio al fine di determinare quale Stato e/o organizzazione debba registrare gli oggetti lanciati»⁶¹. Difficoltà questa ancora attuale dal momento in cui la questione è stata ripresa e riproposta in termini simili dalle *LTS Guidelines*, quasi dieci anni dopo tale risoluzione⁶². Proprio al fine di evitare vuoti di responsabilità, il COPUOS insiste da anni sul fatto che, a prescindere dalla sussistenza di accordi tra i paesi interessati, lo Stato dalle cui infrastrutture o territorio l'oggetto venga lanciato assuma sempre il titolo di Stato di lancio con tutte le conseguenze del caso⁶³.

Risolvere questi dubbi è diventata un'esigenza poiché il coinvolgimento di più Stati nel lancio di uno stesso oggetto da eccezione è quasi diventata regola.⁶⁴ Sotto una logica strettamente di mercato, il lancio congiunto o comunque nell'ambito di un programma comune consente la distribuzione di costi, rischi e responsabilità, rendendo i paesi più competitivi. Se guardiamo invece alla scienza e all'esplorazione, lavorare insieme oggi sembra essere la carta vincente per spingersi sempre più oltre i confini della conoscenza.

2.5.2. Basi di lancio extra-terrestri e registrazione: la Stazione Spaziale Internazionale, il Lunar Gateway e i corpi celesti diversi dalla Terra.- Sulla linea della cooperazione spaziale, sebbene selettiva, la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) costituisce il più grande ed importante programma scientifico mai lanciato che coinvolge 5 Partner⁶⁵ - Stati Uniti, Canada, Giappone, Confederazione Russa ed ESA nelle

⁶¹ United Nations General Assembly, Resolution 62/101, 17 December 2007, A/RES/62/101, cit.

⁶² COPUOS, *Guidelines for the long-term sustainability*, cit.

⁶³ Per riflessioni circa il problema della dissociazione tra Stato di lancio e Stato di registro si rimanda al par. 3. È bene sottolineare però come la questione si complicherebbe ulteriormente in presenza di una molteplicità di Stati coinvolti nei lanci. In assenza di una regolamentazione specifica sarebbe bene che nell'accordo disciplinante i rapporti tra i paesi coinvolti fossero inserite clausole contenenti indicazioni circa i comportamenti da tenere in situazioni simili e relative conseguenze giuridiche. Ad ogni modo però bisogna sempre tener presente che ci si muove lungo il confine del principio di libertà economica.

⁶⁴ SOUCEK, A., *Space law essentials: Volume I* Vienna, 2016, 32.

⁶⁵ Agreement among the Government of Canada, Governments of Member States of the European Space Agency, the Government of Japan, the Government of the Russian Federation, and the Government of the United States of America concerning cooperation on the Civil International Space Station, adottato a Washington il 29 gennaio 1998, aerospace.org. Oltre l'IGA, la sua disciplina è contenuta in quattro Memoranda of Understanding (MOUs) conclusi fra la NASA e le singole Cooperating Agencies degli altri Partners e nelle intese attuative dei MOUs - i c.d. Implementing Arrangements - anch'esse concluse dalle Agenzie

vesti di “Partner europeo”⁶⁶. La ISS, come noto, è composta da vari moduli ognuno dei quali immatricolato dal Partner che lo ha fornito⁶⁷. Anche in questa ipotesi dunque trova applicazione la Registration Convention del 1975 la quale viene richiamata dall’art. 2 dell’IGA, così come gli altri Trattati sullo spazio⁶⁸. Ai sensi dell’art. 5 dell’IGA, lo Stato che ha registrato il modulo esercita su di esso e sul personale di sua nazionalità, a bordo o in orbita, giurisdizione e controllo mentre l’art. 6 dell’IGA dispone che i Partner rimangano proprietari degli elementi che hanno messo a disposizione⁶⁹. Questo sistema è frutto di ampie discussioni avvenute durante i lavori preparatori dell’IGA e che hanno riguardato il problema della natura giuridica della ISS e, in particolare, se andasse considerata come un unico grande oggetto spaziale oppure come un assemblaggio di parti, soluzione quest’ultima che ha prevalso.

Altra questione rilevante ai nostri fini riguarda l’immatricolazione di oggetti spaziali lanciati da basi extra-terrestri. A prescindere che la base di lancio sia situata sulla Terra, in orbita o su un altro corpo celeste, trovano comunque applicazione i principi e le norme che identificano lo Stato di lancio e di registro purché tale base rientri nella giurisdizione di un determinato Paese. Più precisamente quindi si applicherà l’art. I della *Registration Convention* tenendo però conto che l’art. II.2 prevede gli accordi tra Stati di lancio al fine di identificare uno Stato di registro. Al riguardo però vanno fatte delle distinzioni. Quando si portano in orbita oggetti spaziali come *payload* secondari, come spesso accade per esempio con gli *small satellites*, essi non vengono

⁶⁶ In particolare, il Partner Europeo è composto da tutti gli 11 Stati Membri dell’ESA che partecipano al Programma sulla ISS (Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi, Norvegia, Spagna, Svezia e Svizzera; Gran Bretagna; Ungheria e Lussemburgo hanno aderito successivamente alla firma dell’IGA al programma così come la Slovenia che è un cooperating State). Tali Stati hanno una posizione particolare in quanto, per determinate competenze e questioni giuridiche entrano come Partner-ESA mentre per altre come Partner States-singoli paesi.

⁶⁷ L’Annesso tecnico all’IGA, infatti, prevedeva tutti gli elementi che dovevano essere forniti dagli Stati dopo la conclusione dell’Accordo.

⁶⁸ In particolare l’art. VIII dell’OST in materia di giurisdizione e controllo e la Convenzione sulla responsabilità rispetto alla quale, però, è in parte previsto un regime speciale. Si veda, art. 16, IGA.

⁶⁹ Il diritto di proprietà di cui godono i singoli Partner –che lo esercitano tramite le agenzie spaziali sui vari moduli, oggetti e componenti non va confuso con i diritti di cui godono i privati. Ci troviamo, infatti, in un contesto diverso. I Partner sono anzitutto soggetti pubblici. Sulla International Space Station inoltre vige un regime speciale legato anche alla circostanza che ci si muove nell’ambito di un accordo internazionale con la conseguenza che ogni sua modifica necessita il consenso di tutte le parti. A titolo esemplificativo, il trasferimento di diritti di proprietà e/o di utilizzo a soggetti che non sono Partner.

immatricolati separatamente in quanto vengono considerati come un unico oggetto e quindi ricompresi nella generica espressione "lancio di un oggetto spaziale". Di conseguenza, lo Stato di registro eserciterà controllo e giurisdizione su di essi⁷⁰. Per la stessa soluzione optano coloro che distinguono tra il "dislocamento" degli oggetti spaziali in orbita ed i "lanci" effettuati dalla Terra ritenendo che la ISS non possa essere assimilata, dal punto di vista tecnico, ad una base di lancio vera e propria⁷¹. A titolo esemplificativo, un gruppo di CubeSat lanciati dalla Terra e dislocati direttamente in orbita da uno dei moduli produrrebbe una continuità nelle operazioni eseguite, con la conseguenza che il "*deployment*" potrebbe essere considerato come una seconda fase del lancio dalla Terra.⁷²

Ipotesi diversa è invece il caso in cui l'oggetto venga immatricolato separatamente come elemento da "conservare" su una stazione extra-orbitale o eventualmente anche su altro corpo celeste.⁷³ Sulla scorta della disciplina della ISS, lo Stato di lancio è lo Stato che esegue effettivamente il lancio e quindi sarà esso ad averne giurisdizione e controllo e ne sarà responsabile.⁷⁴

È chiaro che le pratiche qui esposte influiscono sull'immatricolazione degli oggetti spaziali in generale ed in particolare sulla relazione tra registrazione-giurisdizione-controllo e responsabilità. Disciplina che potrebbe necessitare notevoli adattamenti quando la Stazione Spaziale terminerà la propria vita operativa. Una delle proposte sul tavolo delle trattative è la sua privatizzazione di cui ci sarebbero tutti i presupposti. Poiché già oggi la ISS è soggetta a commercializzazione, iniziata con scambi di diritti di utilizzo tra Partner poi evolutasi coinvolgendo anche il settore privato.

Quanto fino ad ora esposto, sarà ulteriormente oggetto di discussione ove si prenda in considerazione il Lunar Gateway e le future ba-

⁷⁰ SCHMIDT-TEDD B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, cit.

⁷¹ Idem.

⁷² DE GOUYON MATIGNON L., *Is the International Space Station a Launching State?*, Space Legal Issues, 2019, spacelegalissues.com (10 luglio 2020).

⁷³ Pensiamo, per esempio, ai Planetary Landers che potrebbero essere portati in orbita e poi inviati su altri corpi celesti. Sebbene si siano realizzate entrambe le ipotesi, in questo caso la registrazione separata potrebbe risultare particolarmente utile poiché la missione potrebbe portarli "lontani" dal veicolo di trasporto e molteplici cambiamenti potrebbero realizzarsi durante la loro vita operativa, talvolta piuttosto lunga. SCHMIDT-TEDD B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, cit.

⁷⁴ La tassatività di questa regola risolve, tra l'altro, il problema della dissociazione tra Stato di lancio e Stato di registro, anche nel caso in cui il lancio sia commissionato da privati o altri operatori spaziali ad uno dei Partner.

si su altri corpi celesti, a partire proprio dalla Luna e, in futuro, anche su Marte. Nonostante le difficoltà e i punti critici che possano sorgere, il *framework* adottato per l'International Space Station è da considerarsi un successo, tanto dal punto di vista tecnico quanto giuridico, grazie anche alla sua flessibilità, al punto che gli Stati Uniti lo hanno riproposto per il Lunar Gateway invitando le Agenzie che sottoscrivono l'accordo alla riflessione.

Le questioni legate all'immatricolazione tra l'altro si ripropongono anche se pensiamo a basi costruite proprio sul suolo lunare tant'è che è una delle questioni fondamentali degli *Artemis Accords* ed anzi l'amministrazione americana ha invitato i Paesi che intendono prendere parte al progetto ma non hanno ancora aderito alla *Registration Convention* di farlo al più presto⁷⁵. L'immatricolazione infatti viene considerato lo strumento fondamentale per assicurare che le operazioni compiute nello spazio e sul suolo lunare, come su altri corpi celesti, siano quanto più sicure e trasparenti possibili⁷⁶. Sembrerebbe, dunque, che la Convenzione del '75 possa trovare applicazione anche per attività condotte su corpi extra-terrestri.

A questo proposito, saranno sempre più necessari adattamenti finalizzati a rispondere ad esigenze molto diverse rispetto a quelle che si sono presentate fino ad ora⁷⁷. Si parla infatti di una nuova era dell'esplorazione dello spazio che, da una parte, vedrà i Paesi cercare di acquisire nuove competenze, sperimentare e sviluppare tecnologie innovative per essere in posizione sempre più avanzata rispetto agli altri, dall'altra, i privati, che parteciperanno sempre più numerosi alle

⁷⁵ Potrebbe essere valutata anche l'ipotesi di istituire un registro unico per le attività condotte nell'ambiente lunare.

⁷⁶ In questo caso emerge con maggiore evidenza il problema del sovraffollamento nello spazio degli space debris e del traffico orbitale: si tratta di fenomeni che possono influenzare anche le operazioni svolte in quella "parte" di spazio. Si pensi, ad esempio, alla discesa sul corpo lunare. K. COWING, *What Are The Artemis Accords And Why Do We Need Them?*, SpaceRef, 2020, spaceref.com (13 luglio 2020).

⁷⁷ Pensiamo, per esempio, ai moduli di una base lunare, ad oggetti costruiti e lanciati dalla Luna e quando l'uomo arriverà su Marte, anche dal suolo marziano. È chiaro che si tratta di questioni che emergeranno progressivamente ma sarebbe bene riflettere fin da subito perché ci si allontana sempre di più dalla Terra da un habitat con caratteristiche a noi ormai familiari ed anche operazioni potenzialmente banali come la "notifica di informazioni", diverranno sempre più complesse in termini di tempo e modalità. Per capire le dimensioni di questi fenomeni, pensiamo solo al fatto che si sta pensando di installare un sistema GPS sulla Luna per rendere le comunicazioni nello spazio e spazio-Terra più agevoli.

attività spaziali non solo commerciali ma anche scientifico-esplorative, porteranno la concorrenza su livelli sempre più alti⁷⁸.

Il passo, dunque, verso la colonizzazione di altri corpi celesti è relativamente breve e le colonie potrebbero diventare centri autonomi rispetto al pianeta madre e con essi anche il diritto che ne regolerà la vita e le attività. Sarà fondamentale trovare metodi e procedure di coordinamento, specialmente quando si tratta di operazioni che sfruttano un ambiente comune come lo spazio; e sarà importante trovarli fin dall'origine.

2.6. *Cenni conclusivi.*- Negli ultimi anni si è assistito a quella che viene chiamata "democratizzazione dello spazio", caratterizzata dall'ingresso di nuovi attori, grazie anche allo sviluppo di nuove tecnologie che hanno consentito di ridurre notevolmente i costi di un settore ad alto rischio come quello spaziale. Questo fenomeno non ha dato segni di arresto almeno fino ai primi mesi del 2020. L'emergenza pandemica e la crisi che probabilmente seguiranno sono eventi senza precedenti. Sebbene il mondo spaziale abbia sempre dimostrato di saper rispondere positivamente alle crisi economiche e finanziarie, è difficile prevedere come questa crisi, *in primis*, sanitaria potrà impattare nel lungo termine sulle dinamiche economiche e di mercato del settore e, in particolare modo, sui privati. I mesi che verranno saranno sicuramente rivelatori.

Alla luce di quanto esposto, risulta evidente come il settore spaziale stia evolvendo e il diritto debba rimanere al passo coi tempi per soddisfare le esigenze poste dalle diverse relazioni e dinamiche tra pubblico e privato, dalle evoluzioni delle forme di cooperazione e competizione e dai nuovi operatori ed attività spaziali.

FONTI NORMATIVE

International Co-operation in the Peaceful Uses of Outer Space, 20 Dec. 1961, G.A. Res. 1721 (XVI), A/RES/1721(XVI).

Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, Washington, 27 gennaio 1967, UNTS 205.

⁷⁸ CATTANEO R., *Artemis: tutti i passi del ritorno sulla Luna (Parte I)*, AMIStaDeS - Centro Studi per la promozione della cultura internazionale, 2020, amistades.info (13 luglio 2020). È proprio il settore privato in cui le aziende italiane, o con partecipazioni italiane, sono all'avanguardia che sta lavorando per costruire vari moduli, strumentazioni ed infrastrutture varie sul suolo lunare.

- Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, London, Moscow/Washington, 29 marzo 1972, UNTS 187
- UNGA, Resolution 3182 (XXVIII), 18 December 1973, A/RES/3182(XXVIII).
- Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, New York, 14 gennaio 1975, 1023 UNTS15.
- Agreement among the Government of Canada, Governments of Member States of the European Space Agency, the Government of Japan, the Government of the Russian Federation, and the Government of the United States of America concerning cooperation on the Civil International Space Station, Washington, 29 gennaio 1998, aerospace.org.
- UNGA, Resolution 62/101, 17 December 2007, A/RES/62/101.
- Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, United Nations publication ST/SPACE/49
http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf.
- Guidance on Space Object Registration and Frequency Management for Small and Very Small Satellites of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, adottate a Vienna il 13 April 2015.
- Guidelines for the long-term sustainability of outer space activities of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, adottate a Vienna il 27 giugno 2018.
- Building Blocks for the development of an international framework on space resource activities of The Hague International Space Resources Governance Working Group, adottati il 12 novembre 2019, universiteitleiden.nl.
- Legislazioni nazionali
- Legge di “Adesione della Repubblica italiana alla Convenzione sull’immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico, del 14 gennaio 1975 e sua esecuzione”, del 12 luglio 2005, n. 153, GU n. 177 del 1° agosto 2005.

BIBLIOGRAFIA

- SOUCEK, A., *Space Law Essentials: Volume 1.*, Vienna, 2016, p. 32.
- DE GOUYON MATIGNON L., *Is the International Space Station a Launching State?*, Space Legal Issues, 2019, spacelegalissues.com (10 luglio 2020).
- SCHMIDT-TEDD B., SOUCEK A., *Registration of Space Objects*, Oxford Research Encyclopedia of Planetary Science, 2020, oxfordre.com (13 luglio 2020).
- CATTANEO R., *Artemis: tutti i passi del ritorno sulla Luna (Parte I)*, AMISaDeS - Centro Studi per la promozione della cultura internazionale, 2020, amistasdes.info (13 luglio 2020).
- COWING K., *What Are The Artemis Accords And Why Do We Need Them?*, Space-Ref, 2020, spaceref.com (13 luglio 2020).
- International Space Station legal framework*, esa.int (12 luglio 2020).
- NICOLAI G., *Nuove Prospettive Tecnologiche e di Servizio per l’Aerospazio*, Seminario La Scienza senza Barriere – dallo Spazio alla Rete, 2018, marconicivita-vecchia.it (10 luglio 2020).
- The Hague International Space Resources Governance Working Group*, International Institute of Air and Space Law, Leiden University, universiteitleiden.nl (10 luglio 2020).

CAPITOLO 3

LA POLITICA DELLE 3S: SAFETY, SECURITY E SUSTAINABILITY

3.1. Il ruolo del diritto nelle nuove frontiere delle attività spaziali e l'Unione Europea come attore e promotore della sicurezza e della sostenibilità spaziale.- Questo elaborato intende illustrare la nuova frontiera delle attività spaziali.

In particolare, la ricerca approfondisce gli strumenti che possono essere utilizzati affinché il diritto delle attività spaziali risponda alle esigenze delle sfide attuali, alla luce dei tre fattori noti come la politica delle 3S: Safety, Security, Sustainability. Questi tre concetti sono elementi chiave, rilevanti per una gestione ottimale delle attività spaziali: la sostenibilità risulta oggi uno degli elementi fondamentali per una migliore gestione delle attività spaziali alla luce delle nuove frontiere emergenti e dei rischi legati all'inquinamento prodotto dai cosiddetti detriti spaziali (*space debris*).

A partire dagli anni Ottanta, le attività spaziali hanno cominciato ad attrarre interesse anche da parte del settore privato, diventando un attore predominante nel settore spaziale interessi di natura commerciale. Si apre la frontiera, o meglio l'era della 'New Space Economy', nel quale le attività spaziali non sono più mirate ad un uso duale, inteso come civile e militare, ma anche commerciale. 'introduzione quindi anche del settore privato richiede un'ulteriore regolamentazione giuridica che miri alla tutela dell'ambiente spazio.

Negli ultimi anni quindi è necessario ripensare dal punto di vista tanto politico ma anche giuridico una politica che abbraccia tre componenti a loro volta concatenati che mira ad uno spazio sicuro, protetto e sostenibile: la politica delle cosiddette '3S-Safety, Security, Sustainability' risulta essere il nuovo obiettivo a cui mirare per potere beneficiare per usi pacifici e a beneficio di tutto. In quest'ottica, l'Unione Europea, si fa di recente promotrice di tale iniziativa e risulta essere un attore importante per potere attivare una collaborazione tra Stati e organizzazione nel raggiungere tali obiettivi che mirano a un uso sostenibile dello spazio in cui

In quest'ottica, la politica delle 3S promossa dall'Unione Europea risulta interessante in quanto quest'ultima diventa un attore fonamen-

tale per un uso sostenibile dello spazio in cui sviluppo economico, benefici civili e militari possono combaciare.

3.2. *La Safety, Security e Sustainability per far fronte al problema dei detriti spaziali: analisi sulla normativa internazionale applicabile alla nuova frontiera spaziale.*- La politica definita delle 3S: Safety, Security e Sustainability - contiene tre elementi chiavi che permeano le attività spaziali, le politiche e la sua giurisdizione. Questi tre elementi sono strettamente collegati l'un l'altro e possono ritenersi inscindibili. Quando ci riferiamo al concetto di "safety" intendiamo un regime che consente di identificare la gestione dei rischi per le attività spaziali, dal momento che queste attività sono considerate per definizione delle attività ultra-pericolose da provocare potenziali e gravi pericoli tanto per lo spazio extra-atmosferico quanto per l'ambiente terrestre. Non a caso le attività spaziali sono attività che devono essere svolte considerando altissimi standard di attenzione e diligenza.

Secondo l'indicazione dello *'Space Security Index'*⁷⁹, si intende 'Security Space' come e «l'accesso sicuro e sostenibile, e l'uso, dello spazio e libertà dalle minacce provenienti dallo spazio»⁸⁰. Si parla di 'sicurezza' come la necessità di evitare che minacce (intenzionali e/o non-intenzionali) e qualsiasi altra azione possano minare la capacità degli Stati e di altri attori di usufruire dell'ambiente spazio per fini pacifici e a beneficio dell'umanità. Tutti gli Stati hanno il diritto di avere accesso allo spazio e di potere effettuare operazioni senza interferenze. Come già si evince dalla definizione appena menzionata, per avere uno spazio sicuro e protetto da eventuali rischi è necessario che esso sia sostenibile.

La "Sustainability"- in ambito spaziale - si riferisce all'uso dello spazio extra-atmosferico volto al progresso scientifico, tecnologico e socio-economico in modo pacifico, salvaguardando tutto il suo potenziale a beneficio dell'umanità, sia delle generazioni presenti sia future. Il concetto di sostenibilità espresso in questo ambito, riprende quello di "sviluppo sostenibile", sviluppato nel 1987 nel rapporto "Our Common Future" stilato dalla Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), e che prevede il connubio tra tutela dell'ambiente e sviluppo socio-economico.

⁷⁹ ESPI Report 64. *Security in Outer Space. Rising stakes for Europe*, Vienna, 2018, 6.

⁸⁰ *Ibidem*.

Safety, Security e Sustainability sono tre concetti legati da un rapporto di assoluta reciprocità, tanto che nessuna esclude l'altra. In altre parole, è evidente la necessità di una tutela ambientale dello spazio extra-atmosferico: le attività nello spazio sono di per sé attività ultra-pericolose che potrebbero recare dei danni significativamente gravi e nocivi. Per questa ragione, le attività spaziali devono essere condotte secondo altissimi standard che possano calcolare i rischi e prevenire eventuali pericoli, dal momento che se dovessero accadere tali incidenti, le entità e le proporzioni potrebbero essere sostanziali. I detriti spaziali (*space debris*) oggi, costituiscono un problema rilevante nello spazio extra-atmosferico, costituendo un pericolo nell'effettuare e condurre attività spaziali da parte degli Stati. Questo costituisce dunque un ulteriore ostacolo a quell'esigenza e aspirazione nella conduzione di attività che abbiano come obiettivo l'utilizzazione dello spazio per il progresso e l'innovazione scientifica, tecnologica, socio-economica a beneficio di tutta l'umanità. Se lo spazio extra-atmosferico non soddisfacesse condizioni di Safety, Security e Sustainability (3S), verrebbero meno condizioni di esplorazione e utilizzazione a scopo pacifico, contrastando quindi la libera esplorazione e utilizzazione stesso dello spazio extra-atmosferico senza discriminazione e a beneficio dell'intera umanità come stabilito dall'articolo I del Trattato sui principi che regolano le attività degli Stati nell'esplorazione ed utilizzazione dello spazio extra-atmosferico (OST) del 1967. In questo quadro, resta importante focalizzarci sulla sostenibilità che rappresenta il concetto chiave affinché i principi generali appena descritti possano risultare effettivi.

L'importanza della sostenibilità in ambito spaziale nasce dalla necessità attuale di colmare un problema rilevante relativo alla gestione degli *space debris* e che costituisce uno dei principali dibattiti nella comunità internazionale.

I detriti spaziali sono il risultato delle attività umane nello spazio extra-atmosferico. Hanno dimensioni che variano da pochi millimetri a 25 metri e si prevede che la quantità dei detriti aumenterà nel prossimo futuro in modo esponenziale, mettendo a rischio la sicurezza delle infrastrutture e la sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali⁸¹. Per raggiungere obiettivi sostenibili, le attività spaziali devono basarsi su politiche solide e accordi, leggi e codici internazionali chiaramente

⁸¹ MARCHISIO S., *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, in Rivista di diritto internazionale, vol.1, 2018, 206.

formulati. Gli Stati devono inoltre sviluppare leggi nazionali al fine di promuovere un comportamento responsabile da parte delle agenzie statali e degli enti del settore privato.

Perché è importante? Lo sviluppo e/o il rafforzamento delle norme internazionali legate alle attività spaziali sono essenziali per un futuro sostenibile dell'ambiente spazio. L'OST del 1967 così come le successive convenzioni ONU e le legislazioni nazionali adottate dalle principali potenze spaziali costituiscono una componente fondamentale per definirne il regime giuridico internazionale. Per quanto riguarda la sostenibilità dello spazio, con un più stretto riferimento alla questione della gestione degli *space debris*, la normativa internazionale applicabile è composta dai Trattati spaziali delle Nazioni Unite, con riferimento principale al Trattato del 1967.

Sulla base del rispetto di principi elencati sopra e della necessità di trovare una collocazione normativa alla politica delle 3S, costituisce a tal proposito un importante riferimento normativo l'articolo IX dell'OST del 1967. In questo contesto, verrà analizzato la prima disposizione dell'articolo IX, in cui sono contenuti principi fondamentali quali il principio di cooperazione, la reciproca assistenza e il dovuto rispetto per interessi corrispondi di altri Stati. Questo principio è strettamente connesso con il principio della libera esplorazione e utilizzazione dello spazio extra-atmosferico ed è particolarmente importante poiché molti Stati parti al trattato non possono partecipare all'esplorazione e alla ricerca pacifica senza ricorrere a qualche forma di cooperazione internazionale su base multilaterali o bilaterale⁸².

L'art. IX basa la cooperazione internazionale sulla libera determinazione di un più equo e accettabile termine contrattuale. Gli Stati, con particolare riferimento alle principali potenze spaziali, sono invitati a contribuire più vigorosamente alla promozione della cooperazione internazionale. Il principio di cooperazione è stato ripreso negli anni e sviluppato dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite attraverso la *'Dichiarazione sulla cooperazione internazionale nell'esplorazione e nell'uso dello spazio esterno a vantaggio e nell'interesse di tutti gli Stati, tenendo in particolare conto delle esigenze dei Paesi in via di sviluppo'* del 1996. La Dichiarazione prevede l'applicazione del principio di cooperazione a tutti gli ambiti della cooperazione, includendo quella governativa e non governativa; commerciale e non, glo-

⁸² MARCHISIO S., *Article IX*, in S. HOBE, B. SCHMIDT, TEDD. K. U., SCHROGL (eds), *Commentary on Space Law, Vol. I, Outer Space Treaty*, Cologne, 2009, 174.

bale, multilaterale, regionale o bilaterale. Il principio di cooperazione è applicabile ad attività pubbliche statali, senza eludere attività private e commerciali, che dovrebbero essere sotto la supervisione e controllo dello Stato nazionale⁸³. Ciò che necessita di essere sottolineato è che il principio di cooperazione non deve essere interpretato come un obbligo, piuttosto deve essere visto come un principio generale che fornisce una guida per le attività svolte dagli Stati parte, mentre obblighi possono essere ritrovati in trattati internazionali e altri strumenti che si occupano di iniziative cooperative in questione.

Il principio di cooperazione possiamo ritrovarlo anche negli altri quattro Trattati delle Nazioni Unite dello spazio, che contengono diverse disposizioni a riguardo. Per citare alcuni esempi, l'art. III dell'OST richiama in linea generale la promozione della cooperazione internazionale; il principio di cooperazione e di reciproca assistenza può essere rinvenuto, invece, all'interno della disposizione prevista dall'art. IV della Convenzione sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico del 1974, nel quale si dispone di fornire assistenza a condizioni eque e ragionevoli da parte di uno stato parte nei confronti di altro stato.

All'interno della prima disposizione contenuta all'interno dell'art. IX OST, viene fatto riferimento anche al cosiddetto "due regard", cioè al «*dovuto riguardo* agli interessi corrispondenti di tutti gli altri Stati»⁸⁴. Lo spazio extra-atmosferico deve essere esplorato e utilizzato con dovuta diligenza e come "*res communes omnium*", prendendo in considerazione gli interessi e i diritti degli altri Stati. Gli Stati sono impegnati ad assicurare che l'esercizio dei loro diritti e libertà nello spazio extra-atmosferico non interferisca con, o comprometta la sicurezza, delle operazioni spaziali. A questo fine, gli Stati dovrebbero evitare qualsiasi misure che mirano a ostacolare le attività spaziali degli altri Stati. In quest'ottica, la libertà di usare lo spazio extra-atmosferico ha come significato quello di uno Stato che è intitolato a intraprendere attività che non minaccerebbero le attività degli altri Stati.

Richiedere la dovuta diligenza da parte degli Stati rappresenta un diritto degli Stati stessi di esercitare la libertà nello spazio extra-at-

⁸³ MARCHISIO S., *Article IX*, cit. 2, 174.

⁸⁴ Trattato sui principi che regolano le attività degli Stati nell'esplorazione ed utilizzazione dello spazio extra-atmosferico, inclusa la luna e gli altri corpi celesti, Londra, Mosca, Washington, 27 gennaio 1967, in LUZZATTO R., POCAR F., *Codice di Diritto Internazionale Pubblico*, Torino, 2016, 293.

mosferico, la luna e gli altri corpi celesti, e di esercitare quindi attività che prevengano che qualsiasi azione pericolosa si possa verificare.

La nozione di interessi corrispondenti compreso verso la fine della disposizione contenuta nella prima parte dell'art. IX stabilisce che le attività svolte nello spazio extra-atmosferico non costituirebbero interessi unilaterali esercitati da uno Stato, di conseguenza nessun trattamento discriminatorio può essere applicato.

Sulla base di questo principio, le attività spaziali, svolte da un dato Stato, dovrebbero essere conformi non solo al proprio interesse ma ai diritti degli Stati parti al Trattato del 1967. Questi principi generali che governano l'art. IX permettono di riconsiderare l'importanza della sostenibilità dell'ambiente spazio affinché questi possano essere rispettati alla luce della problematica degli space debris.

L'art. IX quindi, dovrebbe essere considerato la base normativa per la protezione ambientale dello spazio extra-atmosferico e della sua tutela per il suo uso pacifico. Come già menzionato precedentemente, quando si pensa al concetto di "safety" ci riferiamo al fatto che le attività svolte nello spazio extra-atmosferico sono per definizione delle attività ultra-pericolose, che potrebbero recare danni tanto allo spazio quanto all'ambiente terrestre. Sulla base di queste nozioni, la sostenibilità risulta fondamentale. L'art. IX trova uno stretto collegamento con le norme di diritto internazionale a tutela dell'ambiente.

Particolare riferimento può essere fatto in relazione al 'Principio 21 della Dichiarazione delle Nazioni Unite sulla Conferenza dell'ambiente umano' del 1972 e il 'Principio 2 della Dichiarazione di Rio sull'ambiente e sviluppo' del 1992, nei quali si stabilisce che gli Stati abbiano la responsabilità di assicurare che le attività nella loro giurisdizione e controllo non provochino danni all'ambiente di altri Stati o delle aree oltre i limiti della giurisdizione nazionale. Lo spazio extra-atmosferico è incluso nella definizione di "area oltre la giurisdizione nazionale" ed è così incluso in un principio che ha acquisito la natura di una norma di diritto consuetudinario generale.⁸⁵

I principi cardine contenuti nelle Dichiarazioni ONU su ambiente umano così come quella di Rio su ambiente e sviluppo trovano ulteriore affermazione nel parere della Corte Internazionale di Giustizia del 1996 nel caso *Gabcikovo-Nagymaros*⁸⁶, in cui è stato fatto esplicitamente riferimento a norme esistenti di diritto internazionale nel

⁸⁵ MARCHISIO S., *Article IX*, cit. 2, 177.

⁸⁶ *Ibidem*.

campo della protezione ambientale, e specificatamente a un principio ben consolidato di diritto internazionale generale che prevede un dovere di controllo e di azione preventiva. In particolare, nel parere della Corte vengono riconosciuti "nuove norme e standards" che vedono conciliare lo sviluppo economico con la protezione dell'ambiente, fornendo valore aggiunto al concetto di sviluppo sostenibile.

Il dovere di controllo, di azione preventiva e di dovuto riguardo dello spazio extra-atmosferico come principi parte di un più generale dovere nei confronti della tutela ambientale di carattere consuetudinario è stato implicitamente riconosciuto nel parere consultivo sulla *"Legalità della minaccia o suo delle armi nucleari"* del 1996 appena menzionato. Come stabilito nel parere, la CIG riconosce che l'ambiente non è un concetto astratto ma rappresenta uno spazio vitale, la qualità della vita e la salute stessa degli esseri umani, non solo per le generazioni attuali ma anche quelle future ('generations unborn')⁸⁷, includendo così una teoria intergenerazionale anche nel settore spazio. L'esistenza dell'obbligo generale degli Stati di garantire che le attività che rientrino nella loro giurisdizione e controllo rispettino l'ambiente di altri Stati o di aree al di fuori del controllo nazionale fa parte ora del corpus del diritto internazionale relativo all'ambiente⁸⁸.

3.3. *Strumenti di "soft law" per la sostenibilità dello spazio extra-atmosferico.*- Nell'arco degli ultimi quindici anni, una serie di iniziative sono state promosse a livello internazionale per far fronte alla sfida della sostenibilità spaziale, specialmente per contrastare il problema relativo agli space debris. Ci riferiamo a norme internazionali di "soft law", in altri termini di linee guida che definiscono codici di condotta per potere affrontare la questione dei detriti spaziali.

Gli 'Space Debris Mitigation Guidelines' elaborati nell'ambito dell'Inter Agency Debris Committee (IADC)⁸⁹ nel 2002 - ed aggiornati nel 2007- hanno tentato di fornire una definizione degli 'space debris', qualificati come oggetti creati dall'uomo, in cui vengono inclusi frammenti ed elementi quali satelliti non più funzionanti, che sono presenti in orbita terrestre o che rischiano di rientrare nel-

⁸⁷ Legality of the Threat or Use of Nuclear Weapons (Advisory Opinion, International Court of Justice, 1996, 241, p.19. Disponibile in <https://www.icj-cij.org/files/case-related/95/095-19960708-ADV-01-00-EN.pdf>.

⁸⁸ Legality of the Threat or Use of Nuclear Weapons, ICJ, 242. 20.

⁸⁹ MARCHISIO S., *The Legal Dimension of The Sustainability of Space Activities*, in ABSD-HIDZE A., ZHUKOV G. P., SOLNTSEV A. M. (Eds), *Current Problems of Modern International Law. Studies in Memory of Professor Igor Pavlovich Blishchenko*, Moscow, 2012, 158.

l'atmosfera. Il comitato è principalmente un forum internazionale costituito da organismi governativi per il coordinamento delle attività relative alle questioni dei detriti naturali e di quelli artificiali presenti nello spazio. Lo scopo principale dell'IADC è quello di scambiare informazioni sulle attività di ricerca in materia di space debris tra le agenzie spaziali membri, di facilitare le opportunità di cooperazione nella ricerca sui detriti spaziali, di rivedere i progressi delle attività cooperative in corso e identificare le opzioni per la riduzione degli space debris. Altri strumenti normativi internazionali applicabili per le attività spaziali extra-atmosferiche relativi alla sostenibilità possono essere rivenute nel 'Codice di Condotta Europeo per la riduzione dei detriti spaziali'⁹⁰ adottato nel 2007 da ASI, CNES, DLR, ESA e UK Space Agency. Infine, a completare la triade degli strumenti normativi di soft law più rilevanti è necessario fare riferimento al 'COPUOS Space Debris Mitigation Guidelines'⁹¹ sulla base delle Guidelines dello IADC, approvate dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite (UNGA) con Risoluzione 62/217 del 21 Dicembre 2007. Le misure chiave contenute all'interno dei Codici mirano a impegnare gli Stati contraenti a stabilire e implementare politiche e procedure per ridurre la possibilità di incidenti nello spazio extra-atmosferico, collisioni tra oggetti spaziali o altre forme di interferenze nocive all'esplorazione e utilizzazione pacifica dello spazio. L'impegno più rilevante sarebbe quello di evitare ogni azione che possa danneggiare o distruggere oggetti spaziali. A tal riguardo, sia il Codice di Condotta Europeo per la riduzione dei detriti spaziali sia il COPUOS Space Debris Mitigation stabiliscono regole chiare di comportamento contro qualsiasi danneggiamento e/o distruzione intenzionale di oggetti spaziali. Il Codice di condotta europeo per la riduzione dei detriti spaziali definisce una regola di comportamento chiara nei confronti delle distruzioni intenzionali di oggetti spaziali, stabilendo che «recognizing that an increased risk of collision could pose a threat to space operations, the intentional destruction of any on-orbit spacecraft and launch vehicle orbital stages or other harmful activities that generate long-lived debris should be avoided».⁹² La regola contenuta in questa guidelines risulta inequivocabile per quanto riguarda la distruzione intenzionale di oggetti spa-

⁹⁰ MARCHISIO S., *The Legal Dimension of The Sustainability of Space Activities*, cit. 11, 158.

⁹¹ *Ibidem*.

⁹² Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, UNGA Resolution 62/217, 2007. Disponibile in: www.unoosa.org.

ziali, nonostante sia necessario una maggiore precisione: la portata di tale regola contribuisce a garantire che non si verifichino atti di dissoluzione salvo circostanze molto eccezionali e chiaramente definite: «[...] When intentional break-ups are necessary, they should be conducted at sufficiently low altitudes to limit the orbital lifetime of resulting fragments».⁹³ Le circostanze eccezionali per le quali la dissoluzione di oggetti spaziali non possa essere evitata possono prevedere: riduzione di eventuale formazione di detriti spaziali; diritto di autodifesa personale e collettiva come riconosciuta nella Carta delle Nazioni Unite o da considerazioni di assoluta necessità. Quando tale azione risulta strettamente necessaria, dovrebbe essere implementata in modo tale da minimizzare la formazione di space debris, in particolare di space debris di lungo periodo.⁹⁴

È evidente che le regole di condotta rappresentano uno strumento ideale per il rafforzamento dell'impegno da parte degli Stati per potere attuare le esistenti guidelines nel fronteggiare la riduzione degli space debris.

Ciononostante la natura giuridica dei codici di condotta così come delle guidelines mirano semplicemente a definire standards e principi che dovrebbero guidare il comportamento dei destinatari e, in quanto tali, sono strumenti normativi ma non hanno carattere vincolante. Pertanto la caratteristica peculiare dei codici di condotta è che sono atti su base volontaria, non giuridicamente vincolanti, quindi non giuridicamente applicabili, in quanto non stabiliscono diritti e/o obblighi giuridici. Nonostante il consenso non sia mirato ad accettare impegni giuridicamente vincolanti, il valore dell'impegno politico contenuto nel Codice non dovrebbe essere sottovalutato⁹⁵. La principale conseguenza giuridica che viene prodotta è l'effetto della legittimità: il comportamento di uno Stato, in accordo con un impegno politico contenuto nei codici, deve essere legittimo e lecito.

3.4. *New Space Economy & Sustainability: le nuove frontiere delle attività spaziali.*- Quali cause hanno portato alla questione legata alla sostenibilità spaziale e in particolare modo alla riduzione dei space debris?

⁹³ *Ibidem*.

⁹⁴ MARCHISIO S., *The Legal Dimension of The Sustainability of Space Activities*, cit. 9, 171.

⁹⁵ MARCHISIO S., *The Legal Dimension of The Sustainability of Space Activities*, cit., 176.

A partire dagli anni Ottanta dello scorso secolo, si è iniziato ad assistere ad un cambiamento di tendenza delle attività spaziali. Questo cambiamento prevedeva una commercializzazione delle attività spaziali, che andavano quindi a superare le attività spaziali tradizionali, nate nel clima della guerra fredda. La commercializzazione delle attività spaziali prevede l'uso dei privati di infrastrutture spaziali per fornire beni o servizi di valore commerciale sulla Terra⁹⁶.

A tal proposito, una serie di eventi hanno segnato questo cambiamento. Il paese promotore di una commercializzazione delle attività spaziali così come dell'introduzione del settore privato in tale contesto è stato gli Stati Uniti d'America. Nel Marzo 2000, è stata adottata la *'Open Market Reorganization for the Betterment of International Telecommunication Act'* che ha favorito la liberalizzazione dei mercati delle telecomunicazioni, promuovendo un mercato globale per i servizi di comunicazioni satellitari pienamente competitivi, a vantaggio dei consumatori e fornitori di servizi. In questo scenario, tre organizzazioni intergovernative come INTELSAT, INMARSAT ed EUTELSAT sono state soggette a privatizzazione.

Successivamente attività nel settore spaziali rilevanti quali l'osservazione della Terra, la navigazione satellitare hanno subito delle trasformazioni grazie a sempre più consolidate applicazioni che hanno avuto un impatto socioeconomico considerevole. Il numero di Stati con capacità di accesso autonomo allo spazio è andato ad aumentare, quest'ultimi istituendo agenzie spaziali nazionali e gestendo personalmente numerosi satelliti.

Accanto all'industria spaziale tradizionale, sono emerse nuove imprenditorialità, con piani diretti a facilitare l'accesso allo spazio attraverso la riduzione dei costi e l'accelerazione della produzione⁹⁷, tra questi: megacostellazioni di piccoli satelliti in orbita, interesse sulle risorse naturali degli asteroidi e di altri corpi celesti, voli suborbitali e non per ultimo il fenomeno del turismo spaziale.

Ecco che in questo scenario, le diverse attività hanno provocato e stanno provocando un inquinamento dell'ambiente spazio, in particolare per quanto riguarda la questione degli space debris.

Come già menzionato nel precedente paragrafo, il quadro giuridico di riferimento è radicato nei cinque trattati relativi allo spazio extra-atmosferico, con particolare peso sull'OST del 1967, al cui interno

⁹⁶ MARCHISIO S., *Il Trattato sullo spazio: passato, presente e futuro*, cit., 205.

⁹⁷ *Ibidem*, 206.

possono essere rinvenuti disposizioni che disciplinano attività e problematiche odierne, tra cui la questione della safety, security e sustainability.

Negli ultimi anni, tuttavia, il massiccio intervento del settore privato e la commercializzazione delle attività spaziali ha sollevato la questione se il Trattato del 1967 possa continuare a fornire un quadro adeguato per affrontare le complesse relazioni derivanti da questo rapido sviluppo. Iniziative tendenti a ripensare l'utilità dell'OST si sono moltiplicate negli anni, in particolare negli Stati Uniti d'America⁹⁸.

Nel 2015, il Congresso ha adottato il "*Commercial Space Launch Competitiveness Act*", nel quale viene attribuito agli operatori privati diritti sulle risorse spaziali.⁹⁹ Successivamente, il Lussemburgo ha adottato nel 2017 una legge sull'esplorazione e l'uso dello spazio, al cui articolo 1 dispone che «le risorse dello spazio sono suscettibili di appropriazione»¹⁰⁰. Ciò che si manifesta, quindi, è la tendenza ad adottare leggi nazionali che via via interpretano in modo unilaterale la portata di alcuni obblighi contenuti nel Trattato del 1967.

Queste leggi nazionali menzionate sollevano un problema di compatibilità ai sensi dell'articolo II dell'OST, il quale stabilisce che «lo spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, non può formare oggetto di appropriazione nazionale attraverso proclamazioni di sovranità, mediante utilizzazione od occupazione o con qualsiasi altro mezzo»¹⁰¹. È evidente quindi che l'articolo II forma una protezione giuridica nell'evitare che lo spazio diventi oggetto di appropriazione nazionale o di forme di pretesa di sovranità come di qualsiasi forma d'uso che possa intaccare il suo uso pacifico. Le reazioni alle iniziative nazionali promosse da Stati Uniti e Lussemburgo non hanno scaturito grossi effetti tranne che per il caso della Federazione Russa che a tal proposito si è espressa negativamente soprattutto per quanto riguarda l'adozione della legge statunitense.

A livello internazionale, e più specificatamente in sede Nazioni Unite, il dibattito sul regime internazionale dello spazio è focalizzato sugli obiettivi di 'Safety, Security e Sustainability' delle attività spaziali. A riguardo, recentemente il COPUOS ha adottato le "*Guidelines*

⁹⁸ *Ibidem*, 210.

⁹⁹ *Ibidem*.

¹⁰⁰ «*Les ressources de l'espace sont susceptibles d'appropriation*»: MARCHISIO S., *Il Trattato sullo spazio: passato, presente e futuro*, cit. 11, 211.

¹⁰¹ Trattato sui principi che regolano le attività degli Stati nell'esplorazione ed utilizzazione dello spazio extra-atmosferico, inclusa la luna e gli altri corpi celesti, cit. 4, 292.

per la sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali”: si tratta di un compendio di regole tecniche non vincolanti al fine di creare strumenti per gli Stati nella riduzione degli space debris e di potere usufruire di un ambiente spazio più sostenibile, in cui sviluppo economico, tutela dell’ambiente e cooperazione internazionale si intrecciano.

L’obiettivo che si cerca di portare sempre avanti è quello di tutelare e preservare le risorse naturali in modo tale da conservare tutto il loro potenziale volto al soddisfacimento di bisogni sia delle generazioni presenti sia delle generazioni future, e garantire che l’umanità intera possa continuare a usare tali risorse per fini legati allo sviluppo economico, sociale, scientifico e tecnologico, come previsto dal diritto internazionale dell’ambiente e applicabile anche nel settore dello spazio.

Per raggiungere tali obiettivi, la cooperazione internazionale risulta uno degli elementi fondamentali, ed è in questa ottica che il Trattato del 1967 risulta essere un riferimento normativo di diritto internazionale fondamentale, stabilendo che «la cooperazione internazionale resta lo strumento più idoneo per assicurare il futuro delle attività spaziali in un quadro di certezza giuridica e di beneficio per l’intera umanità»¹⁰².

3.5. *Safety, Security e Sustainability: il nuovo ruolo dell’Unione Europea nel settore spaziale.*

3.5.1. *La competenza dell’Unione Europea nel settore spaziale.*- Nel settembre 2019 l’Unione Europea (UE) ha lanciato l’iniziativa politica delle 3S- Safety, Security e Sustainability dello spazio extra-atmosferico. Si tratta di una iniziativa di *public diplomacy* sviluppata attraverso l’iniziativa della comunità spaziale e di quella non-proliferazione, con l’obiettivo di costruire un ambiente spaziale sicuro e sostenibile, promuovendo un approccio che sia sostenibile per contrastare eventuali collisioni, rifiuti orbitali e promuovendo misure di ‘*confidence-building*’. L’UE ha iniziato a consolidare la sua politica spaziale attraverso il Trattato di Lisbona, entrato in vigore il 1° dicembre 2009, il quale ha attribuito all’UE un’espressa competenza in materia spazio, legittimandone l’azione e costituendone il prerequisito per ulteriori evoluzioni.

Il Trattato sull’Unione Europea (TUE) definisce il funzionamento dell’UE e ne determina i settori di competenza, con modalità d’eser-

¹⁰² MARCHISIO S., *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, cit., 213.

cizio sulla base del principio di attribuzione da un lato e di principi di sussidiarietà e proporzionalità dall'altro. Per quanto riguarda la competenza dell'UE in materia spaziale secondo il Trattato di Lisbona, vengono previsti quattro fondamentali ripartizioni: competenza esclusiva, concorrente, parallela e di sostegno, di coordinamento o completamento. Lo spazio è qualificato espressamente come settore di competenza dell'UE nell'art. 4 par.3 del Trattato sul Funzionamento dell'UE (TFUE) insieme alle attività di ricerca e sviluppo. La disposizione contenuta nell'art. 4.3 si limita ad indicare la condotta di azioni, in particolare la definizione e l'attuazione di programmi, specificando contemporaneamente che l'esercizio della competenza in materia di spazio non ha per effetto di escludere quello della competenza statale¹⁰³. Dalla disposizione si evince una duplice esigenza: da un lato, la necessità di estendere la competenza dell'Unione Europea in materia spazio, considerando quest'ultimo un settore imprescindibile di intervento; dall'altro, estendere l'applicazione delle attività spaziali in funzione di settori rilevanti quali la difesa e la sicurezza. Sulla base della disposizione dell'articolo 4.3, si identifica una competenza dell'UE definita come parallela. Infatti, se da un lato viene riconosciuta la necessità di estendere la competenza all'UE in materia spazio, dall'altro si riconosce l'esercizio della competenza statale alla sovranità degli Stati Membri dell'UE.

Il carattere sui generis della competenza parallela dell'UE in materia spazio è confermato nell'art.189 del TFUE, considerata come la base giuridica *ad hoc* delle azioni nel settore spaziale europeo. Il titolo XIX definisce la materia di cui l'UE ha competenza, in riferimento alla 'Ricerca e Sviluppo tecnologico e allo spazio'. Sulla base della disposizione dell'art.189, per favorire il progresso tecnico e scientifico, all'UE viene attribuita la competenza per elaborare una politica spaziale europea tesa a favorire il progresso tecnico-scientifico, la competitività industriale sostenendo la ricerca e lo sviluppo tecnologico e coordinando sforzi necessari per l'esplorazione e l'utilizzo dello spazio¹⁰⁴. Al Parlamento Europeo e al Consiglio spettano la facoltà di realizzare gli obiettivi come previsti nel par.1, stabilendo le misure necessarie per creare un programma spaziale europeo¹⁰⁵. È espressamente stabilito che in materia spaziale, il Parlamento e il Consiglio

¹⁰³ Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea (TFUE). Disponibile in: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:12012E/TXT:IT:PDF>.

¹⁰⁴ TFUE.

¹⁰⁵ TFUE.

possano adottare, deliberando secondo procedura ordinaria, le misure legislative adatte, ad esclusione di qualsiasi armonizzazione delle disposizioni legislative e regolamentari degli Stati Membri. All'UE è quindi vietata ogni azione diretta ad armonizzare legislazioni nazionali degli Stati membri relative allo spazio. Le legislazioni nazionali in materia delle attività spaziali sono quelle che gli Stati adottano al fine di adempiere ai principali obblighi contemplati dall'OST del 1967, in particolare secondo quanto stabilito all'art. VI OST: «Gli Stati parti al Trattato saranno internazionalmente responsabili per le attività nazionali nello spazio extra-atmosferico [...] intraprese sia da organismi governativi sia da enti non governativi, e per la garanzia che le attività nazionali si svolgano in conformità delle disposizioni enunciate nel presente Trattato». Infine, il TFUE riconosce l'attività e la cooperazione che deve svolgersi con l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nell'ambito spaziale nel rafforzamento di una partnership tra i due attori.

Ciononostante, il Trattato di Lisbona e i suoi trattati costitutivi non hanno risolto il problema dell'identità dell'UE nello spazio. L'elemento determinante è che le attività spaziali disciplinate dai trattati delle Nazioni Unite e dalle legislazioni nazionali alle quali si è fatto riferimento, restano fuori dalle azioni dell'UE. L'UE non è parte ai trattati spaziali delle Nazioni Unite, che restano pertanto materia di competenza degli Stati Membri e dell'ESA, come d'altronde si evince dall'art. 189 par.2 del TFUE alla voce «ad esclusione di qualsiasi armonizzazione delle disposizioni legislative e regolamentari degli Stati membri»¹⁰⁶

3.5.2. Ruolo dell'Unione Europea nello scenario internazionale spaziale.- Il settore spaziale mobilita considerevoli e ingenti risorse finanziarie necessarie per avere un livello alto di standard e di innovazione tecnologica, che caratterizza tal settore. Gli obiettivi prefissati dai Trattati dell'UE hanno una portata tale da essere difficile per un solo singolo Stato Membro conseguire tali obiettivi. Ad esempio, gestire sistemi del calibro di Galileo e Copernicus sarebbe troppo gravoso – dal punto di vista finanziario – per un unico stato membro. Le dimensioni e le implicazioni degli obiettivi del regolamento proposto sono tali da potere essere adeguatamente conseguito attraverso un'azione compatta a livello di Unione Europea. È ormai indiscusso che

¹⁰⁶ TFUE.

l'Europa oggi ha acquisito lo status di "potenza spaziale" a pieno titolo: con una varietà di programmi spaziali per scopi scientifici e operativi e un'autonoma capacità di lancio dovuto dai continui e sostanziali investimenti, l'Europa si è unita a pieno diritto nel piccolo gruppo delle potenze spaziali¹⁰⁷.

La struttura spaziale europea è concepita come la somma delle risorse spaziali e terrestri che appartengono e vengono messi in moto da investitori europei pubblici e privati. La proprietà della struttura spaziale europea, che comprende componenti spaziali e terrestri ma anche l'accesso a tali strutture, è condivisa tra cinque attori principali: Unione Europea, Agenzia Spaziale Europea (ESA), EUMETSAT, Stati Membri e Operatori Commerciali¹⁰⁸. In questo quadro, l'interesse e il ruolo dell'Unione Europea nell'ambito della sicurezza, della difesa e della sostenibilità spaziale è andata crescendo sempre più, in un contesto politico più ampio, come conseguenza, da un lato, di uno sviluppo della competenza europea nel dominio spaziale, dall'altro nel settore della sicurezza e della difesa. A tal proposito, il trattato di Lisbona ha costituito un trampolino di lancio per entrambi i settori, stabilendo competenze condivise tra gli Stati membri e UE. Per quanto riguarda l'uso delle risorse spaziali nella politica europea, si evince una maggiore presa di consapevolezza e di azione, in occasione della riunione del Consiglio sul tema '*Taking forward the European Space Policy*', in cui si è giunti alla conclusione che «l'economia e la sicurezza dell'Europa e i suoi cittadini dipendono sempre più dalle capacità relative allo spazio che devono essere protetti contro perturbazioni»¹⁰⁹.

Un'ulteriore conferma dell'interesse dell'UE nel portare avanti tale politica, è stato confermato anche in occasione della '*Decima Conferenza sulla Politica Spaziale Europea*' tenutasi nel Gennaio 2018 in cui l'allora Alto Rappresentante dell'Unione Europea per gli Affari Esteri e la Politica sulla sicurezza, ha rilasciato un discorso sull'importanza dello spazio nelle questioni di sicurezza e difesa. Questa occasione ha rappresentato un evento politico di alto livello, offrendo la prospettiva di un maggiore riconoscimento politico relativo al significato socio-economico, strategico della tecnologia spaziale all'interno del perimetro d'azione dell'UE¹¹⁰.

¹⁰⁷ ESPI Report 64. *Security in Outer Space. Rising stakes for Europe*, 2018, 9.

¹⁰⁸ *Ibidem*.

¹⁰⁹ ESPI Report 64. *Security in Outer Space. Rising stakes for Europe*, 2018, 49.

¹¹⁰ ESPI Report 64, 5.

In questo contesto, svolge un ruolo fondamentale la diplomazia e la cooperazione internazionale nel rafforzamento del settore spaziale. Le azioni dell'UE in campo nella promozione della sicurezza, difesa e sostenibilità nello spazio extra-atmosferico integra anche una varietà di iniziative giuridiche e diplomatiche, con il fine di affermare il suo ruolo nel quadro internazionale delle attività spaziali. Il principale obiettivo della politica dell'UE è di incoraggiare un comportamento responsabile nello spazio extra-atmosferico.

Lo strumento politico chiave sviluppato negli ultimi anni dall'UE per promuovere e rinforzare le 3S- Safety, Security e Sustainability si traduce nella proposta per un '*Codice di Condotta internazionale dello spazio*' (International Space Code of Conduct). Alla base di questa proposta, vi è la necessità di rispondere alla richiesta di maggiori misure di trasparenza e confidence-building tra tutti gli attori spaziali, come riportato nelle Risoluzioni dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, rispettivamente la 61/75 e la 62/43¹¹¹.

L'International Code of Conduct stabilisce la necessità di salvaguardare l'uso pacifico e sostenibile dello spazio extra-atmosferico, tenendo in considerazione di principi generali, come la cooperazione e la collaborazione internazionale e la trasparenza, e di una teoria intergenerazionale, in funzione delle generazioni presenti e future¹¹². Inoltre, viene riconosciuto che le attività di esplorazione e uso dello spazio extra-atmosferico svolgono un ruolo fondamentale nello sviluppo sociale, economico, scientifico e tecnologico di tutte le nazioni, tenendo in considerazione tematiche principali globali come la tutela ambientale e la gestione dei disastri¹¹³. Infatti, il Codice di Condotta specifica al suo interno le problematiche che caratterizzano oggi lo spazio, quali la necessità di considerare la questione degli space debris come minaccia all'uso sostenibile dello spazio extra-atmosferico, che rischia di limitare le attività e l'utilizzazione di esso. Una tutela ambientale dello spazio che si traduce nel preservare la sostenibilità del suo ambiente deve essere considerato come un interesse condiviso da tutti gli Stati per rinforzare le norme internazionali e avere un comportamento responsabile nello spazio extra-atmosferico.

¹¹¹ European External Action Service. Security and Sustainability in Outer Space, 2015. Disponibile in: https://eeas.europa.eu/headquarters/headquarters-homepage/8466/security-and-sustainability-outer-space_en.

¹¹² Draft International Code of Conduct for Outer Space Activities, Marzo 2014, p.1. Disponibile in: https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/space_code_conduct_draft_vers_31-march-2014_en.pdf.

¹¹³ *Ibidem*.

Il Codice riconosce esplicitamente la necessità di un approccio globale alla sicurezza, protezione e sostenibilità (safety, security and sustainability) dello spazio extra-atmosferico¹¹⁴.

L'International Code of Conduct riconosce l'importanza da parte degli Stati di implementarlo, nel rispetto dei principi stabiliti dalla Carta delle Nazioni Unite così come dagli ulteriori strumenti giuridici internazionali principali sulle attività dello spazio extra-atmosferico quali l'OST del 1967 e gli ulteriori quattro Trattati delle Nazioni Unite, e da Dichiarazioni Principi e raccomandazioni sviluppate in seno alle Nazioni Unite¹¹⁵.

3.6. *Conclusioni.* - Alla luce di quanto presentato nel seguente elaborato, è evidente che con il passare del tempo il settore spaziale presenta ulteriori sviluppi in concomitanza con l'emergere di nuovi attori, che modificano la natura stessa delle attività spaziali.

Con la New Space Economy, il settore privato espande i suoi interessi nello spazio extra-atmosferico, aggiungendo alla sua natura duale – civile e militare – quello della commercializzazione. Quali cause ed effetti si susseguono alla luce di questo nuovo scenario? Essendo ormai di forte interesse sia pubblico sia privato, nel corso degli anni si ha avuto un ripensamento in chiave sostenibile dell'ambiente spazio, alla luce di nuovi rischi dettati dai cosiddetti 'space debris'. Gli space debris risultano essere una minaccia per le attività spaziali odierne, in particolare vi è un aumento di rischi legati alla collisione tra detriti spaziali e satelliti operativi in orbita. Inoltre, gli space debris minacciano di impedire che vi sia un ambiente spazio che rispetti qualità di 'safety' e 'security'. Di conseguenza, negli ultimi anni si è iniziato a pensare a una politica nota come le 3S: Safety, Security e Sustainability. A questo panorama si aggiunge la necessità di avere una legislazione internazionale solida che tenga conto tanto dei Trattati delle Nazioni Unite quali capisaldi della regolamentazione spaziale internazionale ma soprattutto che tenga conto dei fenomeni del presente.

Codici di condotta e guidelines sono validi strumenti normativi che fanno fronte alle nuove sfide poste relativamente alle attività dello spazio extra-atmosferico e tengono conto delle necessità e delle problematiche odierne, rispettando principi fondamentali e generali stabilite tanto dalla Carta delle Nazioni Unite quanto dai Trattati delle Na-

¹¹⁴ International Code of Conduct for Outer Space Activities, 1.

¹¹⁵ *Ivi*, 4-5.

zioni Unite (in questo contesto, si è fatto riferimento all'OST del 1967).

Ciononostante il carattere 'non vincolante' di questi codici di condotta risultano, su un altro aspetto, complessi per quanto riguarda l'applicabilità e il raggiungimento degli obiettivi prefissati. In questo scenario ecco che a farsi promotrice di una politica innovativa risulta essere l'Unione Europea, che recentemente ha intrapreso coraggiosamente l'iniziativa delle 3S, ponendosi quale nuovo attore del settore spaziale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Marchisio S., Il Trattato sullo spazio: passato, presente e futuro, in *Rivista di diritto internazionale*, Vol. 1, 2018, pp. 205-213
- Marchisio S., The Legal Dimension of The Sustainability of Space Activities, in A. Abashidze, G.P. Zhukov, A.M. Solntsev (Eds), *Current Problems of Modern International Law. Studies in Memory of Professor Igor Pavlovich Blishchenko*, IPK-RUDN: Moscow, 2012, pp. 156-177.
- Marchisio S., Article IX, in S. Hobe, B. Schmidtt Tedd, K.U. Schrogl (eds), *Cologne Commentary on Space Law*, Vol. I, *Outer Space Treaty*, Cologne, Carl Heymanns Verlag, 2009, pp. 169-182.
- Luzzatto R., Pocar F., *Codice di Diritto Internazionale Pubblico*, Giappichelli, Torino, 2016.
- ESPI Report 64. *Security in Outer Space. Rising stakes for Europe*, Vienna, 2018
- Trattato sui principi che regolano le attività degli Stati nell'esplorazione ed utilizzazione dello spazio extra-atmosferico, inclusa la luna e gli altri corpi celesti, concluso a Londra, Mosca, Washington il 27 gennaio 1967, in LUZZATTO R., POCAR F., *Codice di Diritto Internazionale Pubblico*, Torino, 2016.
- Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea (TFUE). Modificato con il Trattato di Lisbona del 13 dicembre 2007. Disponibile in: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:12012E/TXT:IT:PDF>
- Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, UNGA Resolution 62/217, 2007. Disponibile in: www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf
- Draft International Code of Conduct for Outer Space Activities, Marzo 2014, Disponibile in eeas.europa.eu/sites/eeas/files/space_code_conduct_draft_vers_31-march-2014_en.pdf
- Legality of the Threat or Use of Nuclear Weapons (Advisory Opinion, International Court of Justice, 1996, 241.p.19. Disponibile in: <https://www.icj-cij.org/files/case-related/95/095-19960708-ADV-01-00-EN.pdf>
- European External Action Service. *Security and Sustainability in Outer Space*, 2015. Disponibile in: https://eeas.europa.eu/headquarters/headquarters-homepage/8466/security-and-sustainability-outer-space_en.

CAPITOLO 4

EVOLUZIONE GIURIDICA DELLA FIGURA DELL'ASTRONAUTA: DALL'OST AGLI ARTEMIS ACCORDS

4.1. *Lo status degli astronauti nei Trattati sullo spazio.*- Analizzando l'attuale disciplina del diritto internazionale sullo spazio troviamo cinque Trattati fondamentali ratificati in un periodo che va dal 1967 al 1979. Il primo di questi cronologicamente è quello del 1967 sui "Principi che governano l'attività degli Stati nell'esplorazione ed uso dello spazio extra-atmosferico, inclusa la Luna e gli altri Corpi celesti" noto come Trattato sullo spazio extra-atmosferico (Outer Space Treaty – OST), concluso il 27 gennaio 1967 ed entrato in vigore il 10 ottobre 1967.

L'OST è stato preceduto dalla Ris. 1962 (XVIII) del 13 dicembre 1963, contenente la Dichiarazione dei principi giuridici che disciplinano le attività degli Stati nell'esplorazione e nell'utilizzo dello spazio extra-atmosferico con cui l'Assemblea Generale enunciava solennemente nove principi che dovevano guidare gli Stati nell'esplorazione e uso dello spazio esterno cui si sarebbero ispirate in larga parte le successive Convenzioni di diritto dello spazio, incluso il principio 9 che sarebbe poi stato ripreso dall'art. 5 dell'OST.

Il Trattato sullo spazio del 67 sancisce principi di cooperazione singolarmente ripresi dai successivi Accordi. Nell'ambito del *corpus* degli Accordi dell'ONU, solo tre dei cinque Trattati sullo spazio contengono riferimenti alla figura dell'astronauta¹¹⁶: l'OST; l'Accordo per il salvataggio degli astronauti e per la restituzione degli astronauti e degli oggetti inviati nello spazio del 22 aprile 1968 (Accordo sugli Astronauti - ARRA); l'Accordo che governa le attività degli Stati sulla Luna e gli altri corpi celesti del 5 dicembre 1979 (Accordo sulla Luna).

L'articolo V dell'OST, che tratta della figura dell'astronauta, ha carattere umanitario perché enuncia che gli Stati Parti considereranno gli astronauti come inviati dell'umanità e forniranno loro tutta l'assistenza possibile in caso di incidente, distress o atterraggio di emergenza nel territorio di un altro Stato Parte o in alto mare. Quando gli a-

¹¹⁶ D. BERTOLOTTI, *Spazio. Scenari di collaborazione*, Passigli Editore, 2013.

stronauti effettuano un tale atterraggio, devono essere restituiti prontamente allo Stato di immatricolazione del veicolo spaziale oggetto di incidente (para. 1). Gli astronauti sono definiti “inviati dell’umanità” a fronte dei grandi rischi che corrono per il bene dell’umanità. In realtà non vi è attribuzione di privilegi e immunità in base al loro *status* particolare, ma gli Stati forniscono loro assistenza solo in caso di estrema necessità esclusivamente in base a principi umanitari¹¹⁷. Nello svolgimento delle attività nello spazio e sui corpi celesti, gli astronauti di uno Stato Parte devono fornire tutta l’assistenza possibile agli astronauti di altri Stati Parte (para. 2). Gli Stati Parti al Trattato informeranno immediatamente gli altri Stati Parti o il Segretario generale delle Nazioni Unite di ogni fenomeno nello spazio, compresa la luna e altri corpi celesti, che potrebbe costituire un pericolo per la vita o salute degli astronauti¹¹⁸.

4.2. *L’Accordo sul salvataggio degli astronauti, la restituzione degli astronauti e la restituzione degli oggetti lanciati nello spazio (ARRA) e sua interpretazione evolutiva.* - La presenza umana nelle missioni a lungo termine implica necessariamente un’attenzione particolare all’Accordo sul salvataggio degli astronauti, il ritorno degli astronauti e il ritorno degli oggetti lanciato nello spazio (ARRA) che è stato adottato all’unanimità il 19 dicembre 1967 dall’Assemblea Generale delle Nazioni Unite con la Risoluzione 2345 (XXII). I governi degli Stati Uniti d’America, del Regno Unito e dell’URSS hanno aperto l’Accordo alla firma il 22 aprile 1968 ed è entrato in vigore il 3 dicembre 1968. Al 1° gennaio 2020, 98 Stati erano Parti di esso, 23 firmatari e due Organizzazioni internazionali: l’Agenzia spaziale europea (ESA) e EUMETSAT hanno dichiarato l’accettazione di diritti ed obblighi che ne derivano.

All’epoca della conclusione dell’Accordo, il testo è stato oggetto di ampie critiche da parte di numerosi commentatori. Cheng, ad es., lo ha definito come un esempio negativo in un articolo intitolato “Come non fare un trattato”. Tuttavia, si deve tener conto del fatto che l’Accordo è stato negoziato durante la così detta fase di “law making” del COPUOS, quando era urgente elaborare un regime giuridico per le attività spaziali, che si stavano sviluppando. L’applicabilità dei principi umanitari al salvataggio e al ritorno degli astronauti era essenziale

¹¹⁷ Riferimento all’art I OST ispirato al beneficio comune dell’umanità nell’uso e esplorazione spaziale: rischi che corrono gli astronauti a beneficio umanità.

¹¹⁸ S. MARCHISIO, *Lezioni di Diritto Aerospaziale*, Guida Azzurra.

in tale contesto e questo Trattato enfatizzava la pericolosità delle attività spaziali¹¹⁹.

Come spiegato nel preambolo, l'Accordo sul salvataggio è inteso a dare espressione ai diritti e agli obblighi previsti dall'art. V dell'OST. Il preambolo dell'Accordo afferma che le Parti contraenti sono «spinte da sentimenti di umanità». Tale Accordo è quindi di natura umanitaria in quanto mira a istituire un quadro giuridico per il salvataggio degli astronauti in caso di incidenti, distress¹²⁰ o atterraggio involontario nel territorio di una Parte contraente l'Accordo o in alto mare o in qualsiasi luogo oltre le giurisdizioni nazionali.

Tuttavia dal momento che gli articoli che si riferiscono agli astronauti in pericolo non sono mai stati applicati, la mancanza di prassi al riguardo rende sostenibili le obiezioni sulla difficoltà di considerare le disposizioni umanitarie dell'Accordo sul salvataggio come cristallizzate nel diritto consuetudinario internazionale. Obbligo di soccorso e di assistenza confermano che l'Accordo è fondato su principi umanitari e di cooperazione internazionale, principi che hanno senz'altro un carattere consuetudinario. Finora il salvataggio di astronauti non è mai stato necessario. Nel 1970 l'esplosione di un contenitore di ossigeno nel modulo di servizio dell'Apollo 13 mise in pericolo la vita degli astronauti a bordo, che avrebbero dovuto compiere un allunaggio. In tale occasione, l'URSS offrì tutto l'appoggio disponibile per l'assistenza agli astronauti che fortunatamente riuscirono a tornare a terra sani e salvi senza alcun intervento dei sovietici¹²¹. È questo l'unico caso in cui l'ARRA avrebbe potuto trovare piena applicazione riguardo la sua prima parte dedicata agli astronauti.

L'Accordo è principalmente inteso a fornire assistenza sulla Terra agli astronauti vittime di incidenti, distress o atterraggio involontario su un territorio sotto la giurisdizione di uno Stato Parte all'Accordo e solo come scopo secondario è stato ampliato per includere l'assistenza ad astronauti in pericolo in qualsiasi altro luogo non soggetto alla giurisdizione di uno Stato, come indirettamente confermato dall'art. 5 che si occupa dell'oggetto spaziale atterrato (alighted) entro la giurisdizione nazionale. Tale interpretazione è infatti coerente con la storia

¹¹⁹ S. MARCHISIO, *Il ruolo del Comitato delle Nazioni Unite sugli usi pacifici dello spazio extra-atmosferico* in PILLITTU P.A. (a cura di), *Scritti in onore di G. Badiali*, Roma.

¹²⁰ Per quanto riguarda il termine "distress" utilizzato nel testo, si tratta di uno stato di necessità o di gravi problemi in cui potrebbero trovarsi gli astronauti.

¹²¹ A. KOSYGIN, R. NIXON, Mosca, 15 aprile 1970
www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/lsc/2018/symp-02.pdf.

della negoziazione dell'Accordo e con l'art. 31.1 della Convenzione di Vienna del 1969 sul Diritto dei trattati. I redattori infatti si erano concentrati su un campo di applicazione limitato nelle prime fasi dell'era spaziale, e ciò ha indotto, più di recente un dibattito sull'ambito di applicazione dell'ARRA (inclusa anche l'applicazione al settore privato)¹²². Il campo di applicazione dell'Accordo sul salvataggio costituisce infatti uno dei punti più discussi, soprattutto perché anche lo spazio è un'area oltre le giurisdizioni nazionali.

A questo proposito, l'art. V dell'OST ha un ambito di applicazione più ampio in quanto al par. 2 prevede l'obbligo di fornire assistenza nello spazio e sui corpi celesti da parte degli astronauti di uno Stato contraente agli astronauti di altri Stati Parti all'Accordo.

Il regime giuridico previsto dall'Accordo sul salvataggio può essere riassunto in: a) notifica del ritrovamento da parte dello Stato Parte all'Accordo sul cui territorio sono stati ritrovati gli astronauti oggetto del salvataggio all'Autorità di lancio e al Segretario Generale della Nazioni Unite; b) assistenza e salvataggio degli astronauti (artt. 2, 3); c) restituzione degli astronauti ai rappresentanti dell'Autorità di lancio (art. 4).

Il primo è un obbligo di informazione: ogni Stato Parte all'Accordo che apprende o constata che l'equipaggio di un oggetto spaziale è stato vittima di un incidente o si trovi in situazione di pericolo deve darne immediatamente informazione allo Stato di lancio e al Segretario generale dell'ONU, che a sua volta dovrà divulgare rapidamente l'informazione. Il secondo è un obbligo di salvataggio: nel caso in cui l'equipaggio atterri sul territorio posto sotto la giurisdizione di uno Stato Parte, questi deve adottare immediatamente ogni misura possibile per assicurarne il salvataggio e portare ogni aiuto necessario, eventualmente in cooperazione con lo Stato di lancio; nel caso invece in cui l'equipaggio precipiti in alto mare o atterri in un territorio fuori dalla giurisdizione degli Stati, le Parti che si trovano in condizione di poterlo fare dovranno concorrere alle operazioni di ricerca e salvataggio. Il terzo è un obbligo di rimpatrio, che prevede che l'equipaggio debba essere rapidamente consegnato alle autorità dello Stato di regi-

¹²² *The Rescue Agreement and Private Space Carriers* in IISL Proceedings of the 51th Colloquium on the Law of Outer Space, Glasgow, 2008, 126-136; R. J. LEE, *Globalisation and Privatisation of the Space Launch Sector and Its Implications on the Rescue Agreement* in *ibidem*, 1.

strazione del veicolo spaziale secondo il Trattato sullo Spazio o dell'autorità di lancio secondo l'Accordo sugli Astronauti.¹²³

Il regime di protezione degli Astronauti nello spazio è disciplinato, come accennato, nell'OST e dall'Accordo sulla Luna. Nell'OST è prevista una clausola di assistenza reciproca fra astronauti, simile all'obbligo di prestare soccorso in alto mare (art. V para. 2). Anche l'Accordo sulla Luna, che in parte ricalca le disposizioni dell'OST, include una clausola di assistenza reciproca fra astronauti, simile all'obbligo di prestare soccorso in alto mare e fa riferimento alla formulazione della figura degli astronauti contenuta nell'OST e nell'ARRA (art. 10). L'Accordo sulla Luna precisa infatti che in casi di urgenza in cui siano in pericolo la vita e la salute delle persone sulla Luna, gli Stati Parti offriranno assistenza, materiale, veicoli, installazioni e l'equipaggiamento alle persone in distress sul suolo lunare (art. 10.2). Inoltre l'art. 13 pone l'obbligo di informare il Segretario Generale e lo Stato Parte interessato anche in caso di semplice notizia di un oggetto spaziale che si sia schiantato o che sia stato costretto ad un allunaggio forzato o incontrollato.

Per quanto riguarda la giurisdizione sugli astronauti, che verrà illustrata nel prosieguo, occorre fare riferimento alla Convenzione del 1975 sulla immatricolazione degli oggetti spaziali che disciplina l'obbligo da parte dello/degli Stati di lancio di registrare in un apposito registro nazionale e di notificare al Segretario Generale dell'ONU gli oggetti lanciati nello spazio. L'OST attribuisce la giurisdizione sull'oggetto spaziale, incluso tutto il personale a bordo, indipendentemente dalle rispettive nazionalità, allo Stato di immatricolazione sia che il personale si trovi al di fuori dell'oggetto o nello spazio, come nel caso di operazioni extra veicolari, sia che soggiorni su corpi celesti (art. VIII).

4.3. *La mancanza di definizione del termine "astronauta".* - Dalla lettura delle norme contenute nei cinque Accordi sullo spazio negoziati nell'ambito delle Nazioni Unite non si desume una definizione di astronauta. Sebbene a prima vista il titolo dell'ARRA possa indurre a pensare che l'Accordo si occupi della figura dell'astronauta, in realtà esso si riferisce al "personale dell'equipaggio". L'ARRA tuttavia tratta più ampiamente rispetto agli altri Trattati della figura dell'astronauta, ma non contiene in effetti alcuna definizione al riguardo. Una

¹²³ D. BERTOLOTTO, *op. cit.*

tale mancanza è ancora più rilevante dato che gli altri Trattati spaziali non forniscono alcun elemento esplicativo per la sua identificazione e usano espressioni diverse per fare riferimento alla sua figura. I Trattati utilizzano espressioni diverse per designare gli uomini che si trovano nello spazio: “Astronauta” (OST,ARRA), “personale” (OST, Accordo sulla Luna), “Equipaggio” (ARRA), “rappresentante” (ARRA), “persona che si trova a bordo di un oggetto spaziale” (Convenzione sulla responsabilità del 1972), “persona che si trova sulla Luna (Accordo sulla Luna) e “inviato dell’umanità” (OST, ARRA, Accordo sulla Luna).

Tale varietà di espressioni non indica una dicotomia del concetto, sebbene nei Trattati non vi sia alcuna indicazione per interpretare correttamente la possibile corrispondenza dei termini. Inoltre, le agenzie spaziali usano diverse denominazioni per identificare gli astronauti: la NASA si riferisce a loro come “astronauti”, mentre i russi preferiscono chiamarli “cosmonauti”, la Cina li chiama “taikonauti”, sebbene, alla fine, questa sia una formalità, priva di implicazioni giuridiche.

L’art. V dell’OST stabilisce che gli Stati Parti al Trattato considereranno gli astronauti «inviati dell’umanità nello spazio extra-atmosferico» e prevede che essi debbano essere assistiti in caso di incidente o di atterraggio di emergenza sul territorio di un altro Stato parte o di ammaraggio in alto mare. L’identificazione degli astronauti come “inviati dell’umanità”, cui fanno riferimento la Dichiarazione del ‘63, l’OST, l’ARRA e l’Accordo sulla Luna contiene un chiaro riferimento all’art. I dell’OST, ispirato dallo spirito del beneficio comune e interesse per l’umanità all’esplorazione e utilizzazione dello spazio. Dati gli enormi pericoli che gli astronauti corrono a beneficio dell’umanità, gli astronauti erano stati ritenuti degni di rappresentare l’intera umanità come parte dell’attività pericolosa. L’attività degli astronauti si caratterizza infatti per gli elevati pericoli che essa comporta: ciò spiega l’attenzione particolare dedicata dal diritto fin dalle prime missioni abitate nello spazio alla loro protezione.

Il titolo di “inviati dell’umanità” costituisce un *unicum* nel diritto internazionale, poiché attribuisce loro uno *status* rappresentativo dell’umanità intera. Al contrario, il diritto internazionale non ignora il concetto di umanità, che è incluso nella nozione di “patrimonio comune dell’umanità” con riferimento al fondale marino, agli oceani e alla Luna.

4.4. *L'esigenza di aggiornare l'ARRA.*- Numerosi cambiamenti intervenuti soprattutto sotto il profilo tecnologico negli ultimi decenni portano a ragionare su una opportuna e necessaria revisione dell'Accordo anche a causa delle nuove prospettive commerciali nel campo delle attività spaziali. Comincia l'era nella quale si progettano piani per insediamenti umani, colonizzazione della Luna, Marte o altri pianeti. Con il ritiro dello Shuttle nel 2011, è iniziata la pianificazione del ritorno dell'uomo sulla Luna entro il 2024 attraverso la costruzione di nuovi lanciatori e trasporti spaziali.

In proposito è stato sottolineato come, fermo restando che l'ARRA ha contribuito a porre le basi del Diritto internazionale dello spazio, «lungi dall'essere perfetto o completo» necessiterebbe «una valutazione obiettiva dell'esigenza di una revisione, per rendere tale strumento più adatto al progresso tecnologico o alle nuove tendenze commerciali delle attività spaziali¹²⁴... o, più semplicemente di una armonizzazione delle pratiche sviluppatesi successivamente alla stipulazione»¹²⁵. In merito sono state fatte numerose proposte anche contrastanti tra loro. In particolare, nel corso della 69° Conferenza dell'International Law Association (ILA) tenutasi a Londra nel 2000, che ha adottato la risoluzione 13/2000 sul "Riesame degli strumenti di diritto dello spazio delle Nazioni Unite" nella quale si richiedevano proposte concrete ed emendamenti o integrazioni da apportare agli strumenti di diritto di spazio dell'ONU, è stato messo in evidenza come la revisione dell'Accordo sugli Astronauti nasce anche dall'esigenza di programmi multinazionali che prevedano lunghi periodi di permanenza nello spazio (Luna e Marte) ed al possibile incremento commerciale derivante dal turismo spaziale. In tale contesto sono state tracciate soluzioni diverse in merito agli aspetti giuridici applicabili agli equipaggi multinazionali, Codice di condotta come la Carta sui diritti e doveri dell'Astronauta. Nel 2004 un meeting organizzato da ECSL, ESA, UNESCO e IDEST ha dato un forte contributo a tale argomento.

I riferimenti normativi inducono a pensare che i tempi non sono maturi per proporre alla Legal Subcommittee del COPUOS di esaminare l'Accordo del 68 anche perché ci sarebbe il rischio di riaprire questioni già risolte piuttosto che risolvere quelle aperte. «Soprattutto, il contenuto e lo scopo dei nuovi programmi spaziali che prevedono la

¹²⁴ S. MARCHISIO, *L'accordo sugli astronauti del 1968: tempo di revisione?*, in L. PANELLA E. SPATAFORA (a cura di), *Studi in onore di Claudio Zanghi*, vol. IV, Torino, 2011.

¹²⁵ *Ibidem*.

presenza umana nello spazio non sono ancora così definiti da giustificare iniziative finalizzate alla modifica della regolamentazione posta dall'Accordo del 1968 sugli Astronauti»¹²⁶.

4.5. *La stazione spaziale internazionale e il codice di condotta.*- Varie attività spaziali sono svolte in cooperazione tra più Stati: la cooperazione consente di ridurre i costi gravanti su ciascuno Stato e di mettere a frutto le diverse esperienze e competenze. Un esempio importante è dato dalla Stazione Spaziale Internazionale (ISS), la più grande struttura orbitante e l'unica permanentemente abitata, costituita sulla base di un Accordo intergovernativo (IGA) concluso il 29 gennaio 1998 tra Stati Uniti, Canada, Federazione Russa, Giappone e undici governi di Stati membri dell'Agenzia spaziale europea tra i quali l'Italia¹²⁷. In tale Accordo si trovano soluzioni interessanti e a volte innovative a questioni di immatricolazione, giurisdizione e controllo e in particolare giurisdizione in materia penale, responsabilità, proprietà intellettuale.

La Stazione Spaziale Internazionale è una realtà di perfetta coabitazione di equipaggi multiculturali e multietnici che convivono al di là delle problematiche politiche che possono opporre i Partners come USA e Russia. Per l'attuazione dei diritti e doveri dell'IGA è stata necessaria la conclusione di 4 Memorandum of Understanding (MOUs) tra le cosiddette "Cooperating Agencies" ovvero la Nasa da una parte e le Agenzie Spaziali del Canada, Giappone, Russia, ed ESA dall'altra al fine di disciplinare tutti gli aspetti tecnico-scientifici e anche gestionali che hanno in un primo momento contribuito alla costruzione della ISS ed oggi ne organizzano le attività di operazione ed utilizzo dell'Infrastruttura.

L'art. 11 dell'IGA verte sull'equipaggio. Ogni Partner dell'IGA ha il diritto di fornire, su basi di equità, personale qualificato per svolgere le funzioni di membro dell'equipaggio della ISS. Le selezioni e le decisioni concernenti le assegnazioni di volo devono avvenire in conformità a procedure stabilite negli MOUs e dagli Implementing Agreement, che sono accordi conclusi fra i vari soggetti coinvolti nell'adempimento dell'IGA e dei MOUs.

¹²⁶ *Ibidem*.

¹²⁷ Gli undici Stati membri dell'ESA sono Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Norvegia, Olanda, Spagna, Svezia, Svizzera, e Gran Bretagna. L'Italia ha ratificato l'IGA con Legge 20 dicembre 2000, n. 418.

L'Articolo 11 dispone l'elaborazione di un Codice di Condotta degli Equipaggi della Stazione Spaziale e la sua approvazione da parte di tutti i Partner, ciascuno secondo le proprie procedure interne, in conformità a quanto disposto nei MOUs. L'approvazione del Codice di Condotta è condizione preliminare affinché ciascun Partner possa proporre l'assegnazione di propri membri dell'equipaggio. Ciascun Partner inoltre, nell'esercitare il proprio diritto a fornire componenti dell'equipaggio, deve assicurare che questi osservino il Codice di Condotta.

Il Codice di Condotta della ISS è stato approvato dal Multilateral Coordination Board (MCB) il 15 settembre 2000 e contiene una disciplina dettagliata in materia di condotta degli astronauti, catena di comando e relazioni tra la gestione di terra e quella in orbita, standard di lavoro, responsabilità rispetto ai moduli ed agli equipaggiamenti, protezione delle persone e delle informazioni, nonché politica disciplinare. Le disposizioni del Codice di Condotta si applicano all'astronauta dalla data di assegnazione a una specifica spedizione ISS fino al completamento delle attività post-flight. Il Codice si applica anche ai membri di equipaggi in visita, basandosi sul principio che, a bordo della ISS, tutti gli astronauti devono essere soggetti alle stesse regole e sottoposti all'autorità del Comandante.

I principi generali di condotta richiedono che il comportamento di ciascun membro dell'equipaggio ISS sia ispirato al mantenimento di reciproci rapporti di armonia e coesione e di un appropriato livello di fiducia e rispetto reciproco, attraverso un approccio relazionale interattivo e partecipativo che tenga in debito conto il carattere internazionale e multiculturale dell'equipaggio e della missione per prevenire episodi di molestia o disturbo interpersonale o di gruppo tra i membri dell'equipaggio.

4.6. *Chi è oggi l'Astronauta.*- Secondo i Trattati dell'ONU, la dottrina sembra concorde nell'identificare come astronauta: a) qualsiasi persona che si trovi nello spazio¹²⁸; b) e che sia considerata come inviato dell'umanità. Dal criterio a) si evince che, secondo i Trattati dell'ONU, è astronauta qualsiasi persona che si trovi a bordo di un oggetto spaziale (anche quando impegnata in attività extra veicolare) che abbia superato il limite tra spazio aereo e spazio extra-atmosferi-

¹²⁸ Ph. ACHILLEAS, *L'astronauta en droit international*, in UNESCO, *Proc. of the Symposium on "Legal and Ethical Framework for Astronauts in Space Sojourns"*, Parigi, 29 ottobre 2004, 13-28.

co, situato a circa 110 km di altezza dalla Terra. Oggi peraltro, a seguito dei fenomeni di commercializzazione e privatizzazione delle attività spaziali nonché degli sviluppi tecnologici, agli astronauti in senso stretto si sono aggiunti passeggeri paganti di varia natura (dagli scienziati ai semplici “turisti”). Risulta difficile sostenere in particolare che questi ultimi possano considerarsi “inviati dell’umanità”. D’altra parte le norme che prevedono obblighi di assistenza degli astronauti in difficoltà corrispondono a principi umanitari che appartengono al diritto internazionale generale e devono applicarsi a tutte le persone presenti nello spazio, per qualunque motivo e a qualunque titolo.

Codici di condotta per gli astronauti sono previsti soltanto nel quadro di accordi disciplinanti specifici progetti, come nel caso della Stazione spaziale internazionale.

Lo Status dell’Astronauta, nei cinque trattati dell’ONU, è disciplinato sotto due profili principali: a) Il regime di protezione internazionale negli stati di pericolo e nelle fasi di soccorso; b) la giurisdizione applicabile agli astronauti nelle fasi di soggiorno nello spazio.

Rispetto al primo punto si rinvia al para. 2. In relazione alla giurisdizione sugli astronauti¹²⁹, va detto che, pur non essendo univocamente definita in dottrina, la nozione di giurisdizione rimanda essenzialmente ad una manifestazione della sovranità e si riferisce principalmente all’autorità di esercitare non solo il potere giurisdizionale, ma anche quello legislativo ed esecutivo nei confronti di persone fisiche e giuridiche. Il criterio primario, sulla Terra, di applicazione della nozione di giurisdizione è quello territoriale: criterio che non ha trovato piena applicazione nel diritto dello spazio, essendo lo spazio extra-atmosferico sottoposto al fondamentale principio di non-appropriazione sancito dall’Art. II del Trattato sullo Spazio. Parimenti, in materia di giurisdizione nello spazio, non sembra trovare piena applicazione nemmeno il criterio della “nazionalità”: secondo l’Art. VIII dell’OST, uno Stato Parte al Trattato che registra il lancio di un oggetto nello spazio avrà giurisdizione e controllo su tale oggetto e sul personale a bordo mentre è nello spazio o su un corpo celeste. L’OST attribuisce quindi la giurisdizione sull’oggetto spaziale, incluso tutto il personale a bordo, indipendentemente dalle rispettive nazionalità, allo Stato di immatricolazione: durante la missione gli astronauti sono sottoposti alla giurisdizione esclusiva dello Stato di immatricolazione del veicolo, sia che si trovino al suo interno, sia che si trovino al di fuori

¹²⁹ D. BERTOLOTTO, *op. cit.*

di esso, come nel caso di operazioni extra-veicolari o di soggiorni su corpi celesti. Allo stesso modo, se un astronauta lascia un oggetto spaziale per spostarsi su un altro, o, come nel caso della ISS, si sposta da un modulo ad un altro, si assume che egli passi sotto la giurisdizione e il controllo dello Stato che ha immatricolato il modulo in cui si trova.

I Trattati sullo spazio prevedono il caso di visita di un soggetto sottoposto alla giurisdizione di uno Stato ad installazioni sulla luna appartenenti ad un altro Stato. L'astronauta visitatore potrebbe essere soggetto alla giurisdizione di entrambi gli Stati. Pende tuttavia in capo allo Stato di invio l'obbligo di darne notifica con ragionevole preavviso allo Stato ricevente, affinché questi possa predisporre le necessarie precauzioni per la sicurezza del visitatore e non creare disturbo alla normale condotta delle operazioni sull'installazione visitata. Potenziali conflitti di giurisdizione potrebbero insorgere anche nel caso, già sopra richiamato¹³⁰, di un atterraggio forzato o di emergenza nel territorio di un altro Stato, o di ammaraggio in alto mare, o in altre parti del mondo non soggette a giurisdizione nazionale. Lo Stato competente ad esercitare la giurisdizione sull'astronauta recuperato potrebbe essere sia lo Stato di immatricolazione dell'oggetto, sia lo Stato nel cui territorio l'oggetto è atterrato, sia lo Stato di nazionalità dell'astronauta. Come accennato, i Trattati sembrano dare priorità, in tali casi, allo Stato di immatricolazione, circostanza da cui scaturisce la necessità che sia tale Stato a fornire agli astronauti segni e simboli, da apporre sui propri indumenti, tali da consentire l'identificazione dei soggetti e dello Stato da cui l'oggetto è stato immatricolato. Nel caso di lanci congiunti, infine, è l'Art. II della Convenzione sull'immatricolazione che interviene, stabilendo che, ove vi siano due o più Stati di lancio, questi determinino congiuntamente quale di essi debba immatricolare l'oggetto, facendosi salvo ogni eventuale accordo di specie stipulato o stipulando tra gli Stati di lancio circa la giurisdizione e il controllo sull'oggetto spaziale e sull'eventuale equipaggio del medesimo.

La figura dell'astronauta negli anni ha subito una evoluzione notevole. Dall'immaginario quasi fantascientifico dell'esplorazione spaziale degli astronauti quali "inviati dell'umanità", riflessa nei Trattati sullo spazio, oggi, è un vero professionista che affronta grandi sfide, deve sottostare a prolungati periodi di isolamento parziale, addestrarsi in modo intensivo, essere il braccio operativo in orbita. Deve saper lavorare in squadra e allo stesso tempo essere un importante leader; de-

¹³⁰ *Ibidem.*

ve essere metodico e creativo ma al tempo stesso è chiamato a seguire le procedure in dettaglio, così come deve essere capace di improvvisare se necessario. Ma deve avere soprattutto resistenza fisica, elasticità mentale, un accentuato self-control e forte determinazione. Non si tratta più, infatti, di andare e tornare da una meta spaziale, ma di vivere e lavorare per periodi di prolungati in un laboratorio orbitante, magari sulla ISS, in una sorta di mini società confinata e ristretta, multinazionale, multiculturale, multirazziale, in un ambiente ostile. L'astronauta, inoltre può essere contemporaneamente pilota, ingegnere, scienziato, soggetto e oggetto di sperimentazione; deve conoscere il proprio lavoro ma anche quello degli altri; essere capace di vivere in un ambiente ristretto, a continuo contatto con gli altri membri dell'equipaggio. Quindi con una 'iniziale immagine, fortemente ispirata ad una concezione avventurosa di "inviato dell'umanità", corrispondente ai primi passi dell'uomo in orbita bassa e alle missioni lunari, quando la conquista dello spazio era primariamente associata all'affermazione di politiche di potenza nell'ambito di assetti strategici bipolari¹³¹, si è progressivamente arrivati all'attuale astronauta "professionista", reclutato e inquadrato come personale dipendente da enti pubblici governativi o da organizzazioni internazionali (ESA) o anche privati, sottoposto ad un percorso formativo e ad un addestramento specialistico, dal cui esito viene fatta dipendere l'acquisizione del "titolo" e l'ammissione allo svolgimento della "professione" di trasporto in orbita bassa.

Alla figura dell'astronauta fin qui evocata, va inoltre ad aggiungersi un nuovo soggetto in riferimento ad attività commerciali: lo *spaceflight participant*, partecipante al volo spaziale, un individuo, che non fa parte dell'equipaggio ma viene trasportato all'interno di un veicolo di lancio o di rientro. Con lo sviluppo del turismo spaziale la questione diventa cruciale. Il concetto del termine astronauta diventa importante anche per stabilire se i doveri previsti dal diritto internazionale nei confronti degli astronauti siano applicabili al cliente di un'impresa di turismo spaziale o ai visitatori della ISS.

4.7. *Gli Artemis Accords*.- Tramite il programma Artemis, la NASA farà sbarcare la prima donna e il prossimo uomo sulla Luna entro il 2024, inaugurando una nuova era per l'esplorazione e l'utilizzo dello spazio. Mentre la NASA sta guidando il programma Artemis, le

¹³¹ *Ibidem*.

partnership internazionali svolgeranno un ruolo chiave nel raggiungimento di una presenza sostenibile sulla Luna e si preparano a condurre una storica missione umana su Marte. Con numerosi Paesi e attori del settore privato che conducono missioni e operazioni nello spazio cislunare, è fondamentale stabilire un insieme comune di principi per governare l'esplorazione civile e l'uso dello spazio.

Le agenzie spaziali internazionali che saranno coinvolte nel programma Artemis della NASA lo faranno eseguendo accordi bilaterali, che descriveranno una visione condivisa dei principi, fondata sull'OST del 1967, per creare un ambiente sicuro e trasparente che faciliti l'esplorazione, la scienza e le attività commerciali a beneficio dell'umanità. Con l'avvento dell'amministrazione Trump l'accelerazione delle policy nel settore spaziale è stata evidente e ha segnato un punto di svolta che promette di avere un forte impatto sugli anni a venire.

L'obiettivo degli Accordi Artemis è identificabile nei progetti della NASA, che è intenzionata a chiedere a tutti i paesi interessati di impegnarsi a seguire, secondo i suoi obiettivi, una serie di principi orientati al supporto di un futuro spaziale più sicuro, prospero e pacifico. Saranno quindi una serie di patti bilaterali tra gli Stati Uniti e i paesi interessati a cooperare. Gli Artemis Accords comprenderanno una serie di dieci principi, la maggior parte dei quali volti ad implementare precedenti aspetti del Trattato sullo Spazio del 1967 e dei successivi Trattati. Vengono infatti riaffermati l'uso pacifico dello spazio, l'obbligo di registrazione degli oggetti che si intende lanciare in orbita, l'interoperabilità dei sistemi, la condivisione delle scoperte scientifiche e la preservazione dei siti storici lunari come quello dell'allunaggio dell'Apollo.

In riferimento alla figura dell'Astronauta, anche gli Accords Artemis interessano la figura dell'Astronauta. In particolare, viene ribadito il principio cardine del Trattato del '68 relativo al soccorso di emergenza. Fornire assistenza in fase di emergenza agli astronauti in distress è una pietra miliare di qualsiasi programma responsabile per lo spazio civile. Pertanto, gli Accordi Artemis ribadiscono gli impegni della NASA e degli Stati Parti all'Accordo sul salvataggio degli astronauti. Inoltre, ai sensi degli Artemis Accords, la NASA e gli Stati Partner si impegnano a prendere tutte le possibili misure per fornire assistenza agli astronauti in difficoltà.

4.8. *Conclusioni.*- I Trattati multilaterali dell'ONU, che ancora oggi rappresentano il *corpus* del diritto spaziale internazionale, conce-

piti e ratificati in un'epoca storica in cui le missioni umane nello spazio costituivano principalmente una manifestazione di potenza a forte connotazione nazionale, di natura prevalentemente sperimentale, non potevano arrivare a contemplare espressamente il caso di strutture spaziali multi-modulari, multinazionali, permanentemente abitate da astronauti di diverse nazionalità, come la MIR prima, ma ancor più la ISS dei nostri giorni. Il sistema giuridico che oggi regola ogni aspetto di quest'ultima impresa, dai principi normativi generali agli aspetti tecnici, operativi, comportamentali, che presiedono al suo funzionamento, è innestato sulla capacità lasciata agli Stati di concordare regimi speciali di cooperazione per la costruzione e la gestione di oggetti spaziali complessi, frutto di una molteplicità di contributi di tutte le parti.

La figura dell'astronauta negli anni ha subito una evoluzione notevole. Dall'immaginario quasi fantascientifico dell'esplorazione spaziale degli astronauti quali "inviati dell'umanità", riflessa nei Trattati sullo spazio, oggi, è un vero professionista che affronta grandi sfide, deve sottostare a prolungati periodi di isolamento parziale, addestrarsi in modo intensivo, essere il braccio operativo in orbita. Deve saper lavorare in squadra e allo stesso tempo essere un importante leader; deve essere metodico e creativo ma al tempo stesso è chiamato a seguire le procedure in dettaglio, così come deve essere capace di improvvisare se necessario. Ma deve avere soprattutto resistenza fisica, elasticità mentale, un accentuato self-control e forte determinazione. Non si tratta più, infatti, di andare e tornare da una meta spaziale, ma di vivere e lavorare per periodi di prolungati in un laboratorio orbitante, magari sulla ISS, in una sorta di mini società confinata e ristretta, multinazionale, multiculturale, multirazziale, in un ambiente ostile.

L'astronauta è sempre più coinvolto per garantire il rifornimento logistico della ISS e il trasporto di equipaggi ma la concentrazione degli investimenti della NASA nello sviluppo di sistemi di trasporto umano per l'esplorazione interplanetaria (asteroidi, Luna, Marte) sembrano indicare l'avvio di un percorso verso un futuro scenario in cui la figura dell'astronauta potrebbe essere destinata a differenziarsi per "destinazione di missione".

4.9. *Fonti normative.*- *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, adottato con Ris. 2222 (XXI) dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite del 19 dicembre 1966, aperto alla firma il 27 gennaio 1967, entrato in vigore il 10 ottobre 1967; *Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space*, adottato con ris. 2345 (XXII) dell'Assemblea Generale del 19 dicembre 1967, aperto alla firma il 22 aprile 1968, entrato in vigore il 3 dicembre 1968; *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, adottata con ris. 2777 (XXVI) dell'Assemblea generale del 29 novembre 1971, aperta alla firma il 29 marzo 1972, entrata in vigore il 1° settembre 1972; *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space*, adottata con ris. 3235 (XXIX) dell'Assemblea generale del 12 novembre 1974, aperta alla firma il 14 gennaio 1975, entrata in vigore il 15 settembre 1976; *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*, adottato con ris. 34/68 dell'Assemblea generale del 5 dicembre 1979, aperto alla firma il 18 dicembre 1979, entrato in vigore l'11 luglio 1984.

BIBLIOGRAFIA

- Gabriella Catalano Sgrosso, "Lezioni" Prof. di Diritto Internazionale e Diritto dello Spazio Università di Roma "La Sapienza"
- Delfina Bertolotto, Spazio. Scenari di collaborazione", Passigli Editore, 2013,
- P. Achilleas, "L'astronauta en droit international", in UNESCO, *Proc. of the Symposium on "Legal and Ethical Framework for Astronauts in Space Sojourns"*, Parigi, 29 ottobre 2004, pp. 13-28;
- J.M.de Faraminan Gilbert, "La vie dans l'espace extra-atmosphérique: l'expérience des astronautes: Aspects juridiques" in UNESCO, *Proc. of the Symposium on "Legal and Ethical Framework for Astronauts in Space Sojourns"*, Parigi, 29 ottobre 2004, pp. 49-56;
- A. Farand, "The Code of Conduct for International Space Station Crews", in *ESA Bulletin*, n. 105, febbraio 2001, pp. 64-68;
- A. Farand, "Astronauts' behaviour onboard the International Space Station: regulatory framework", in UNESCO, *Proc. of the Symposium on "Legal and Ethical Framework for Astronauts in Space Sojourns"*, Parigi, 29 ottobre 2004, pp. 70-78;
- Yasuaki Hashimoto, "The Status of Astronauts – Towards the Second Generation of Space Law", AIAA, Washington D.C, 1993:
- G. Lafferranderie, "Pour une Charte de l'Astronaute", *Annales de Droit Aérien et Spatial*, vol. XII, 1987, p. 270;

- N. Mattesco Matte, "Droit Aerospatial", Parigi, Pedone, 1969;
- G.C. Sgrosso, "Legal Status of the Crew in the International Space Statio", *IISL*, 1999, pp. 35-49;
- G.C. Sgrosso, "Legal Status, Rights and Obligations of the Crew in Space", in *Journal of Space Law*, Vol. 26, 1998, n.2, pp. 163-186;
- G.C. Sgrosso, "Legal aspects of the astronaut in extravehicular activity and the "space tourist"", in UNESCO, *Proc. of the Symposium on "Legal and Ethical Framework for Astronauts in Space Sojourns"*, Parigi, 29 ottobre 2004, pp. 57-65;
- J. Tort, "Astronauts in space sojourns - Liability and insurance issues – Ethical considerations", in UNESCO, *Proc. of the Symposium on "Legal and Ethical Framework for Astronauts in Space Sojourns"*, Parigi, 29 ottobre 2004, pp. 87-91.
- Sergio Marchisio - Studi in Onore di Claudio Zanghi – Diritto dello Spazio e Miscelanea vol. IV – L'Accordo sugli Astronauti del 1968.
- Sergio Marchisio – Lezioni di Diritto Aerospaziale – (a cura di), , Roma, D'Anselmi, 2000-
- Sergio Marchisio- Lezioni SIOI – XII Ed. 2020
- Sergio Marchisio, "Il ruolo del Comitato delle Nazioni Unite sugli usi pacifici dello spazio extra-atmosferico (Copuos)", in Paola Anna Pillitu (a cura di), *Scritti in onore di Giorgio Badiali*, Roma,

Siti consultati:

- <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introrescueagreement.html>
- *Astrospace.it tratta lo spazio dall'altro lato della medaglia, usando il filtro della politica internazionale e dell'economia.*
- Lesley-Jane Smith: «Spazio senza legge, l'Umanità deve darsi un codice galattico»
- NASA

CAPITOLO 5

ASPETTI GIURIDICI DELLE *SAFETY ZONES* NELLO SVILUPPO DEI “BUILDING BLOCKS FOR THE DEVELOPMENT OF AN INTERNATIONAL FRAMEWORK ON SPACE RESOURCE ACTIVITIES” E DEGLI “ARTEMIS ACCORDS”

5.1. *Introduzione.*- Uno dei temi di fondamentale interesse per l'esplorazione e lo sfruttamento dei corpi celesti ed in particolare la Luna, riguarda la mancanza di un segmento di norme che possa aiutare a gestire in futuro l'estrazione di risorse nello spazio. Ad oggi, il bisogno di comporre un insieme di regole di condotta riguardo l'estrazione porta le discussioni sulla possibilità di instaurazione di aree controllate e sicure *in situ* sui corpi celesti: le *safety zones*.

La necessità di creare *safety zones* nasce quindi dal desiderio di sfruttare le risorse extra-terrestri, instaurando perimetri controllati e sicuri intorno a future miniere e centri di estrazione su corpi celesti esterni all'atmosfera terrestre. Il concetto di giurisdizione al riguardo sta evolvendo nel considerare la necessità che tali zone siano sicure e prive di interferenze per condurre attività extra-atmosferiche.

L'introduzione concettuale di *safety zones* rappresenta una rivoluzione per gli Stati nella realizzazione di attività lunari o su altri corpi celesti ed sta aprendo il campo a diverse legislazioni nazionali per permettere a compagnie private l'accesso a queste zone. Infatti, i nuovi programmi e missioni annunciati per i prossimi decenni dimostrano la chiara intenzione di sfruttamento delle risorse lunari e di altri corpi celesti.

Questa necessità ha portato il dibattito internazionale ad interrogarsi su come rendere sicuro l'accesso ai siti per l'estrazione di minerali e risorse e al loro sfruttamento tramite l'instaurazione di queste aree, senza dover intaccare i principi consuetudinari del *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies* (OST)¹³² e degli altri Trattati riguardanti lo spazio.

¹³² *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, 27 January 1967.

In primo luogo è necessario il riferimento alle *Safety zones* espresso nell' *Agreement Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space on the Moon and Other Celestial Bodies* (Moon Agreement)¹³³ che all'Art. 9 prevede la possibilità di installare stazioni sulla Luna e altri corpi celesti e l'obbligo di utilizzare solamente l'area necessaria alle operazioni della stazione. La stessa norma, al paragrafo 2, impone il libero accesso alla suddetta area in conformità all'Outer Space Treaty.

Il Moon Agreement tuttavia non ha rappresentato un punto chiave nella definizione della giurisdizione spaziale nonostante abbia gettato le basi per un ampliamento delle discussioni in argomento.

La nostra ricerca individua nella giurisdizione legata alla possibile creazione di *safety zones* una delle questioni che ha acceso ed accenderà il dibattito internazionale, stimolando la competitività di diversi attori spaziali quali agenzie spaziali, governi e aziende private.

L'interesse per l'estrazione di risorse lunari è tornata di attualità nei progetti e nei programmi instaurati dalle diverse potenze spaziali data l'abbondanza di risorse presenti sulla Luna quali idrogeno, silicio, ferro, magnesio, calcio, alluminio, manganese e titanio. Ma le risorse più allettanti in questo momento sono l'Elio3 e le terre rare, entrambe essenziali per creare energia e componenti elettroniche. Considerando che sulla Terra la scarsità di risorse aumenta, la necessità di estrarre altrove parte di esse è la spinta che induce alla competitività sul suolo lunare, in quanto al presente è il corpo celeste più facilmente raggiungibile e sfruttabile rispetto agli asteroidi o altri pianeti.

Infatti il primo passaggio di un ipotetico programma che abbia come risultato l'estrazione delle risorse *in situ*, ha stimolato nuovi interessi mirati al raggiungimento del suolo lunare, una realtà sempre più prossima dopo la conquista del Programma Apollo.¹³⁴ Qui si inserisce il secondo passaggio ovvero le modalità di estrazione, gestione e sfruttamento delle risorse. Anche sulle modalità di estrazione negli ultimi tempi si registra una competizione sempre più spinta che ha portato a definire programmi sempre più ambiziosi ma spinosi per quanto riguarda il diritto spaziale.

Dalle discussioni correlate al Moon Agreement si è giunti a considerare l'ipotesi della creazione di *safety zones* sul suolo lunare e sui

¹³³ *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*, 18 December 1979.

¹³⁴ CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY'S JET PROPULSION LABORATORY (JPL), *The Lunar Gold Rush: How Moon Mining Could Work*, 2019, lunasociety.org.

corpi celesti per garantire uno *standard* comunemente accettato in una futura prospettiva di sfruttamento delle risorse. Anche in quest'ottica sono vari gli approcci e diverse le reazioni da parte dei maggiori attori.

Questa ricerca vuole concentrarsi sui principali percorsi intrapresi internazionalmente sul tema delle *safety zones* e individuare la conseguente competizione in atto.

5.2. *Safety zones e analogia con il Diritto del mare.*- Per quanto riguarda l'installazione di *safety zones* nello spazio, è possibile riferirsi ai principi che regolano aree simili sulla Terra. In particolare, ricercando un'analogia con altre branche del diritto internazionale è possibile riferirsi al concetto di non appropriazione presente nel Diritto del mare per quanto riguarda la giurisdizione dell'Alto Mare¹³⁵. La sezione VII della Convenzione di Montego Bay sul Diritto del Mare (UNCLOS) elenca alcune libertà per tutti gli Stati di sfruttare le risorse e la possibilità di realizzare la ricerca scientifica nell'Alto Mare (Art. 87), con l'obbligo dell'utilizzo per scopi pacifici (Art. 88). Viene inoltre affermata l'illegittimità di rivendicazioni di sovranità, come il principio di non appropriazione per questo particolare ambiente. Inoltre l'Art. 87 paragrafo 2 della Convenzione di Montego Bay delinea l'obbligo per gli Stati di tenere conto anche degli interessi degli altri Stati e delle loro libertà.

Sempre considerando l'analogia con il Diritto del Mare è necessario riferirsi all'Art. 60 UNCLOS che descrive approfonditamente la possibilità di creazione di *safety zones* all'interno della Zona Economica Esclusiva, laddove necessario, intorno a isole artificiali, installazioni e strutture¹³⁶. Queste *safety zones* vengono create con lo scopo di mantenere la sicurezza sia di chi naviga sia delle strutture e delle isole artificiali. L'Art. 60 UNCLOS prevede anche limiti di ampiezza per le *safety zones* che dovranno essere ragionevolmente compatibili con le strutture intorno alle quali sono instaurate. L'articolo procede nel descrivere gli obblighi relativi alle navi, che dovranno rispettare e

¹³⁵ *United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)*, Montego Bay, 10 December 1982.

¹³⁶ Per Zona Economica Esclusiva (ZEE), ai sensi della Convenzione sul Diritto del Mare (UNCLOS), si intende un'area che si può estendere dal limite delle acque territoriali fino a 200 miglia in cui lo Stato è titolare di diritti esclusivi per quanto riguarda esplorazione, sfruttamento e gestione delle risorse, con giurisdizione riguardo l'installazione e l'utilizzazione di impianti, strutture e isole artificiali. Lo Stato tuttavia non può impedire la navigazione o il sorvolo di questa zona da parte degli altri Stati.

agire nel rispetto delle possibili *safety zones*. Queste aree non potranno comunque essere istituite laddove interferiscano con rotte marittime essenziali per la navigazione internazionale.

L'art. 60 UNCLOS nell'ultimo paragrafo stabilisce che le strutture come le isole artificiali (e di conseguenza le *safety zones* intorno ad esse) non possiedono lo *status* di isole e l'istallazione delle suddette strutture non comporta l'appropriazione territoriale né la loro presenza affligge la delimitazione delle acque territoriali della Zona Economica Esclusiva o della piattaforma continentale. Le misure descritte nell'Art. 60 rappresentano chiari limiti alla creazione di *safety zones* e chiari obblighi legati a queste aree.

Nel creare aree simili nello spazio ed in particolare sui corpi celesti sarà necessario tenere in considerazione la necessità di limitare le aree e imporre obblighi in termini di passaggio o sfruttamento delle risorse, scoraggiando di conseguenza una possibile colonizzazione, come anche una corsa all'accaparramento delle risorse. .

È possibile quindi ipotizzare che l'instaurazione di *safety zones* in ambiente spaziale non entri in contrasto con il principio consuetudinario di non appropriazione, come non lo è per il Diritto del Mare.

5.3. *Le safety zones nei Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities.* - La base su cui si fonda il Framework che ha dato vita ai *Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities*¹³⁷ riguarda la necessità di considerare le risorse spaziali e la loro estrazione quale attività che richiede condizioni giuridiche condivise legittimate dalla comunità internazionale¹³⁸.

La creazione quindi di un territorio fertile per la condivisione di principi giuridici riguarda anche l'istituzione di *safety zones* e della loro gestione, al fine di ottenere risultati soddisfacenti per tutte le parti in gioco.

L'identificazione dei Building Blocks ha come scopo quello di creare le radici per un possibile sviluppo del negoziato di un accordo internazionale o, quanto meno, di strumenti non vincolanti legati al

¹³⁷ THE HAGUE INTERNATIONAL SPACE RESOURCES GOVERNANCE WORKING GROUP, *Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities*, The Hague Netherlands, November 2019.

¹³⁸ THE HAGUE INTERNATIONAL SPACE RESOURCES GOVERNANCE WORKING GROUP, *Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities*, The Hague Netherlands, November 2019.

tema della creazione di aree sicure per l'estrazione protette da interventi potenzialmente dannosi.

In un ambiente come quello lunare, oggetto di intensa competizione legata allo sfruttamento delle risorse è necessario raggiungere intese e accordi specifici, garantendo *in primis* il rispetto del principio dell'Art. I del Outer Space Treaty¹³⁹: «the exploration and use of outer space shall be carried out for the benefit and in the interests of all countries».

L'applicazione del concetto di *safety zones* sul suolo lunare potrebbe quindi significare la soluzione di possibili scontri ma allo stesso tempo dovrebbe considerare direttive complete e chiare senza lasciare questioni incerte o aperte a diverse interpretazioni.

L'instaurazione di *safety zones* viene prevista dal Framework considerando il principio di non appropriazione (di cui all'Art. II del Outer Space Treaty) al paragrafo 11.3 dei Building Blocks: «Taking into account the principle of non-appropriation under Article II OST, the international framework should permit States and international organizations responsible for space resource activities to establish a safety zone, or other area based safety measure, around an area identified for a space resource activity as necessary to assure safety and to avoid any harmful interference with that space resource activity. [...]».

Risulta necessario il riferimento al principio di non appropriazione per evitare competizioni in termini di sovranità sui territori da sfruttare, come potrebbe suggerire la corsa in atto con il Programma Artemis¹⁴⁰.

Il Framework suggerisce l'instaurazione di *safety zones* o misure dedicate a specifiche aree per tutti gli Stati che saranno responsabili di attività legate allo sfruttamento di risorse spaziali, al fine di garantire la sicurezza da qualsivoglia interferenza dannosa nelle operazioni.

Il Framework garantisce la realizzazione di misure di attuazione, permettendo un futuro sviluppo in sicurezza delle attività di estrazione. È certamente da capire in quali termini evolverà la definizione di

¹³⁹ *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, 27 January 1967.

¹⁴⁰ *The Artemis Program* è il nuovo programma spaziale elaborato da NASA per il ritorno sulla Luna entro il 2024, con lo scopo di estrarne le risorse. Tra gli obiettivi vi è quello di finalizzare accordi bilaterali e multilaterali con altri attori spaziali riguardo all'esplorazione e allo sfruttamento del suolo lunare. NASA, *The Artemis Accords*, 2020.

queste misure, che al momento rimangono senza distinzioni specifiche.

Ciò che viene definito, nella sezione successiva dell'Art. 11.3 dei Building Blocks, è la garanzia di libero accesso senza discriminazioni alle *safety zones*, in linea con il diritto internazionale e in particolare con il principio delineato all' Art. I paragrafo 2 del Outer Space Treaty.

L'unico caso in cui l'accesso può essere ristretto, ai sensi dell'Art. 11.3 del Framework, riguarda la decisione dello Stato previa notifica dell'attuazione e delle ragioni di tali restrizioni: «[...] for a limited period of time, provided that timely public notice has been given setting out the reasons for such restriction».

Non vengono definiti i limiti e le possibili ragioni per attuare tali restrizioni: questa mancanza potrebbe rappresentare un motivo di competizione e scontro nell'assicurare il rispetto del principio di libero accesso a tutte le aree dei corpi celesti e nell'assicurare la possibilità da parte degli Stati di istituire restrizioni.

Una delle riflessioni possibili riguardo alla creazione di questo Framework è quella di trovare un equilibrio tra la garanzia di sicurezza e i due principi di non appropriazione e di libero accesso dell'Outer Space Treaty, come suggerito nei Building Blocks for the Development of an International Framework for the Governance of Space Resource Activities: A Commentary.¹⁴¹

L'Art. 11.4 del Framework indica la possibilità che vengano intraprese consultazioni in caso di sovrapposizione nella creazione di *safety zones* o in caso nascessero conflitti in merito alla libertà di accesso: «The international framework should provide that appropriate international consultations are undertaken in case of possible overlap of *safety zones* or conflicts involving the freedom of access recognized by international law».

Ciò rappresenta un tentativo per impostare un sistema di risoluzione di possibili controversie per il futuro, sicuramente al momento poco definito e potenzialmente blando vista la portata della competizione che potrebbe nascere.

Riguardo a ciò il Framework, all'Art. 19, delinea alcune possibili vie per risolvere dispute e controversie incoraggiando il ricorso degli Stati a meccanismi di risoluzione, come le procedure di consultazione

¹⁴¹ O. DE O. BITTENCOURT NETO, M. HOFMANN, T. MASSON-ZWAAN, D. STEFOUDI (EDS.), *Building Blocks for the Development of an International Framework for the Governance of Space Resource Activities: A Commentary*, The Hague, Netherlands, 2020.

o tramite il ricorso alla Permanent Court of Arbitration, che ha definito the Optional Rules for Arbitration of Disputes Relating to Outer Space Activities.¹⁴²

La considerazione che le *safety zones* possano essere ristrette solamente alle aree di estrazione delle risorse ha suscitato qualche discussione, come descritto nel Commentary ai Building Blocks, in quanto potrebbe essere necessario estendere queste aree non solo in prossimità delle zone di estrazione ma anche ad aree più vaste, che possono comprendere diverse funzioni, considerati i numerosi elementi che potrebbero risultare dannosi per le attività spaziali.

I lavori per garantire una base per la giurisdizione in materia sono stati di recente esaminati dal *Technical Panel Presentation*,¹⁴³ in relazione lavori sui Building Blocks: riguardo al tema delle *safety zones* sono stati individuati alcuni principi per aiutare a mantenere il controllo sull'instaurazione e il mantenimento delle suddette aree.

I primi due articoli del Technical Panel riguardano i criteri con cui istituire, mantenere e dismettere le *safety zones*: in particolare si pensa di garantire la protezione del pubblico, di personale privato, dell'equipaggiamento e delle operazioni in generale da interferenze dannose; inoltre le aree devono essere regolate in tutto il loro ciclo di esistenza in conformità all'Outer Space Treaty.

Anche il terzo articolo rileva la necessità di individuare l'area in modo che non possa essere soggetta ad interferenze provenienti da altre *safety zones*.

Gli articoli quarto e quinto del Technical Panel riportano indicazioni sulle dimensioni e sugli scopi riguardo alla creazione delle *safety zones*; sarà perciò necessario considerare l'ambiente circostante e la natura delle operazioni che verranno condotte.

Tutto questo verrà definito basandosi sui principi scientifici ed ingegneristici comunemente accettati. Se la natura delle operazioni di estrazione dovesse variare, verrà valutato un cambiamento proporzionato anche nel mantenimento della *safety zones* che, in caso di conclusione delle attività, verrà dismessa.

Il sesto principio descritto nel Technical Panel riguarda gli obblighi degli enti preposti alle *safety zones* che dovranno provvedere alle operazioni in zona, senza violare le norme di controllo dell'esporta-

¹⁴² PERMANENT COURT OF ARBITRATION, *The Optional Rules of Arbitration of Disputes Relating to Outer Space Activities*, December 6, 2011.

¹⁴³ ACIERNO K., Chairman of the Technical Panel, *Technical Panel Presentation*, The Hague International Space Resources Governance Working Group, 2020, 14-16.

zioni nazionali o la natura confidenziale di informazioni commerciali e proprietà intellettuale.

L'ultimo articolo intende determinare le modalità con cui utilizzare le *safety zones* ovvero incoraggiare un'estrazione di risorse nello spazio intensa, sicura ed efficiente.

Questi principi lasciano tuttavia diverse questioni aperte e di non facile risoluzione: l'imminente allocazione di queste *safety zones* passerà inizialmente dal suolo lunare, già teatro di competizione.

Come viene sottolineato da Zhukov e Kolosov¹⁴⁴, l'instaurazione di queste zone potrebbe comportare ulteriori divergenze a livello internazionale nel momento in cui altri Stati dovessero mostrare interesse per la zona già ipoteticamente assegnata: questo comporterebbe la necessità di considerare l'interesse di altri attori, legittimati dal rispetto dei Trattati, dal principio di non appropriazione nazionale e dal possibile utilizzo comune. In questi termini risulta essenziale poter definire in futuro lo *status* dell'area in modo da limitare qualsiasi incomprensione o scontro tra le parti. Si presuppone che la creazione di un organo di controllo riesca a mediare in questo senso tra le parti di una possibile controversia.

Le misure previste dai Building Blocks quindi, possono essere considerate delle ottime basi da cui partire per delineare specifiche più concrete ma non potranno al momento garantire una suddivisione equa in termini di allocazione delle zone, protezione dell'ambiente lunare o definizioni di misure comuni per la gestione pratica dell'estrazione.

5.4. Le safety zones negli Artemis Accords con riguardo alla competizione fra attori spaziali.- Come riferito in precedenza, alla base del concetto di *safety zones* si denota l'intento delle prossime missioni e programmi spaziali di sfruttare ed estrarre le risorse extra-atmosferiche.

Questa volontà è di evidente interesse da parte del governo americano e di conseguenza della NASA: nella presentazione dedicata agli *Artemis Accords* viene dedicata una sezione all'estrazione di risorse e all'importante ruolo che giocherà nelle future missioni¹⁴⁵. Gli accordi

¹⁴⁴ ZHUKOV G., KOLOSOV Y., *International Space Law*, Translated by Belitzky B., 2nd edition, stereotyped, Moscow 2014, 64-65.

¹⁴⁵ NASA, *The Artemis Accords*, 2020: gli Artemis Accords comprendono una serie di principi descritti dalla NASA in accordo con il governo americano per sponsorizzare e attuare

per il ritorno sulla Luna saranno conclusi secondo l'Outer Space Treaty, con specifica enfasi per gli Articoli II (principio di non appropriazione), VI, IX e XI.

Necessario considerare a questo punto, il possibile contrasto con il principio di non appropriazione, descritto all'Art. II del Outer Space Treaty. La creazione di queste aree sui corpi celesti potrebbe rappresentare una forzatura del principio consuetudinario menzionato.

Dissensi sono già stati esposti da parte dei rappresentanti russi che non hanno tardato a manifestare preoccupazione per queste misure descritte negli *Artemis Accords*: Dimitry Rogozin, a capo di Roscosmos, ha dichiarato che, tramite questi accordi, gli Stati Uniti e i suoi partners progettano di invadere la Luna come accaduto con Iraq e Afghanistan. Anche se questa dichiarazione non è avvenuta in situazioni istituzionali è evidente la preoccupazione per una possibile elusione da parte di Stati Uniti e dei suoi partners del principio di non appropriazione. La dichiarazione ha provocato l'esclusione da possibili partecipazioni russe nel Programma e dagli Accordi Artemis 2024.

Un altro fronte di opposizione sul tema è stato aperto dalla Cina, in diretta competizione con Stati Uniti e partners per quanto riguarda lo spazio, in particolare in relazione all'appropriazione delle risorse spaziali sulla Luna. Il successo delle missioni lunari Chang'e¹⁴⁶ ha portato su un piano competitivo la Cina che già dal 2018, tramite il capo del programma lunare Ye Peijian, aveva chiarito l'importanza di risultare competitiva e "guadagnarsi" almeno una parte della Luna per evitare di esserne esclusa definitivamente.

Sono inoltre stati rivelati dall'Agenzia spaziale cinese, CASC, progetti per un'astronave con equipaggio capace di atterrare sul suolo lunare e il progetto per istituire entro il 2050 una zona economica spaziale Terra-Luna.

In relazione al programma Artemis per il ritorno sulla Luna e al conseguente progetto di estrazione di risorse, è interessante citare l'Art. 11 del Moon Agreement¹⁴⁷, nonostante le criticità del Trattato e le mancate ratifiche da parte di molti Stati, in primis gli Stati Uniti d'America. Questo Articolo prevede al paragrafo 3 che né la superfi-

in futuro accordi bilaterali e multilaterali riguardo al programma di ritorno sulla Luna entro il 2024.

¹⁴⁶ CHINA AEROSPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION (CASC), *Lunar Exploration Program*, 2018.

¹⁴⁷ *Agreement Governing the Activities of States on the Moon*, cit.

cie né il sottosuolo della Luna né alcuna parte di essa o risorse naturali, diventeranno proprietà di un qualsiasi Stato.

Gli Stati Uniti, promotori della creazione di *safety zones* per l'estrazione delle risorse dal suolo lunare, già dal 2015 si sono dotati di una legge nazionale, lo US Commercial Space Launch Competitiveness Act, che garantisce la legalizzazione dello sfruttamento a fini commerciali privati delle risorse dello spazio, in particolare dello sfruttamento minerale degli asteroidi¹⁴⁸.

In attuazione di questa legge, il presidente degli Stati Uniti d'America, Donald Trump, ha firmato un ordine esecutivo¹⁴⁹ per delineare il programma di esplorazione spaziale già previsto negli Artemis Accords a partire dal 2024 e per ribadire la promozione della partecipazione commerciale americana all'esplorazione spaziale e allo sfruttamento delle risorse. Trump ha specificato nell'ordine esecutivo che gli Stati Uniti, non essendo parte del Moon Agreement, non lo considerano "*an effective or necessary instrument to guide nation states*" e perciò verrà rifiutato qualsiasi tentativo da parte di altri Stati di appellarsi a questo Trattato come strumento contenente norme vincolanti di diritto internazionale.

L'ordine emanato dal presidente Trump vuole però incoraggiare la negoziazione di accordi bilaterali e multilaterali che riguardino "*safe and sustainable operations*" nell'utilizzo di risorse spaziali. Il tentativo sembra essere quello di oltrepassare *in toto* il Moon Agreement e procedere ad un'evoluzione di questo Trattato tramite accordi tra Stati.

Gli Stati Uniti, con il nuovo programma Artemis, hanno accentuato i termini della discussione sulla predisposizione di regolamentazioni legate alle *safety zones* per l'estrazione sicura di risorse, cercando di ridiscutere, e in parte mettere in rilievo, i principi contenuti nel Outer Space Treaty e in altri Trattati.

L'Executive Order del presidente Trump mira a garantire la sicurezza commerciale per le aziende e gli imprenditori statunitensi per quanto riguarda futuri progetti relativi a miniere lunari, assicurando loro i diritti di proprietà sulle risorse estratte.

Garantire i diritti di proprietà a compagnie private e stabilire perimetri di sicurezza intorno ai siti di estrazione non si pone in linea con il Moon Agreement, in particolare con riguardo all' Art. 11, dove

¹⁴⁸ U.S. GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE, *H.R.2262 - U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act*, 11 November 2015.

¹⁴⁹ TRUMP D. J., THE WHITE HOUSE, *Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources*, 6 April 2020.

viene stabilito che la Luna e le sue risorse sono patrimonio di tutta l'umanità.

Questa presa di posizione potrebbe escludere definitivamente la prospettiva di creare un ente *ad hoc* con lo scopo di supervisionare internazionalmente le *safety zones* e le operazioni di estrazione, lasciando l'intera gestione ad accordi bilaterali e a legislazioni interne.

Sulla stessa scia altri Stati hanno mostrato interesse per l'estrazione spaziale a fini commerciali, tra cui il Lussemburgo, che ha emanato una legge¹⁵⁰ che riconosce alle società private il possesso delle risorse estratte nello spazio. Si tratta di un *trend* che si sta affermando sempre più a livello globale in quanto anche gli Emirati Arabi Uniti ha seguito lo stesso indirizzo.

È molto probabile che diversi Stati aderiranno agli Artemis Accords (gli EAU hanno aderito, inclusa l'Italia) e si mostreranno inclini alle pressioni statunitensi riguardo all'estrazione e alla creazione di *safety zones* volte a proteggere tali attività.

Per ciò che concerne gli Articoli VI e XI dell' Outer Space Treaty, gli *Artemis Accords* sottolineano la necessità, durante le possibili attività di estrazione, di fare riferimento al principio di responsabilità in tali operazioni intraprese da Stati o enti non governativi (Art. VI OST), con la conseguente creazione di *safety zones*, e ribadiscono la necessità di informare il Segretario Generale delle Nazioni Unite riguardo le attività che verranno condotte (Art. XI OST).

L'Art. IX risulta fondamentale per l'argomento trattato perché enuncia il principio di cooperazione e mutua assistenza tra Stati con riguardo agli interessi di ogni Stato Parte nell'esplorazione e nello studio dello spazio extra-atmosferico, compresa la Luna e gli altri corpi celesti. Sul tema, gli Artemis Accords pongono particolare attenzione.

Elementi importanti dell'Art. IX sono poi il divieto di interferenza nociva e il principio del *due regard* nei confronti degli interessi corrispondenti di tutti gli Stati Parte. Nel commento a questo articolo il Prof. Marchisio descrive così la questione riguardo agli interessi di questi ultimi: «...due regard is indeed a qualification of the rights of States in exercising the freedoms in outer space, the Moon and celestial bodies»¹⁵¹.

¹⁵⁰ JOURNAL OFFICIAL DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG, *Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace*, 2017.

¹⁵¹ S. MARCHISIO, *Article IX*, in S. HOBE, B. SCHMIDT T. TEDD, K.U. SCHROGL (eds), *Cologne Commentary on Space Law, Vol. I, Outer Space Treaty*, Cologne, Carl Heymanns Verlag, 2009, 169-182.

L'articolo IX descrive quindi i diritti degli Stati e ciò si applicherebbe anche alle *safety zones*: l'esecuzione di attività spaziali dovrà essere gestita nel rispetto dei diritti e delle libertà di ognuno, essendo in atto il divieto di distruzione di qualsiasi oggetto spaziale. Questo è un principio fondamentale nella genesi delle *safety zones* in quanto permette di evitare possibili *escalations* e scontri almeno da un punto di vista giuridico.

Risulta essenziale poi considerare, in merito alla creazione di *safety zones*, l'Art. XII Outer Space Treaty, che prevede il diritto da parte di altri Stati Parti all'Accordo di visitare con il dovuto preavviso, tutte le stazioni, installazioni, attrezzature e veicoli spaziali sulla Luna e su altri corpi celesti. L'Art XII delinea inoltre la possibilità di predisporre misure al fine di garantire la sicurezza ed evitare interferenze con le operazioni che si svolgono nella struttura. Perciò la proposta di creazione di *safety zones* intorno ad installazioni per estrazione o altre attività su suolo lunare si pone in linea con il principio appena descritto, garantendo inoltre il mantenimento della sicurezza per altre attività ed operazioni condotte da altri Stati Parte.

Nonostante per il momento venga solo accennata, la questione delle *safety zones* all'interno degli Artemis Accords è di notevole importanza: è un risultato a cui il governo americano vuole puntare, tramite la propria agenzia spaziale e la sempre maggiore spinta da parte delle aziende private nel settore.

5.5. *Conclusioni.*- Tenendo in considerazione l'obiettivo verso cui gli attori spaziali stanno puntando la loro attenzione, risulta di vitale importanza elaborare linee guida per la creazione, gestione, mantenimento e dismissione delle aree.

Il Framework risulta ad oggi la base di partenza più efficace nel discutere ed attuare a livello internazionale questi concetti, per renderli norme condivise in un futuro trattato o intese.

Sono però presenti finora i limiti che il Framework porta con sé: in futuro un possibile trattato che definisca le *safety zones* dovrà garantire specifiche legate alle dimensioni, alle attività concesse, all'allocazione delle aree, al mantenimento e alla dismissione, come all'instaurazione di un possibile sistema di controllo.

Certamente non un compito semplice, considerando la scarsa collaborazione internazionale registrata negli ultimi anni riguardo possibili accordi sullo spazio.

L'altra via perseguibile delineata dagli Accordi *Artemis* e dal programma statunitense individua la possibilità di gestire la questione delle risorse e dell'allocazione delle *safety zones* tramite accordi bilaterali o multilaterali, sorpassando un possibile trattato e la sua efficacia.

Certamente, come descritto in precedenza, i programmi annunciati hanno portato all'accentuarsi della competizione in termini di estrazione di risorse e di conseguenza ad un inasprimento delle modalità di acquisizione di norme per regolamentare lo sfruttamento e l'instaurazione delle *safety zones*.

Per il momento le parti in causa sembra stiano mantenendo fede ai principi consuetudinari dei Trattati, in particolare dell'Outer Space Treaty, evidenziando in modo significativo i contenuti.

In conclusione, è importante porre l'attenzione alla spinta propulsiva dei privati sulla questione dell'acquisizione delle risorse: garantire i diritti di proprietà alle aziende private e allo stesso tempo gestire accordi sulla installazione di zone di sicurezza potrebbe creare un precedente, innescando situazioni conflittuali anche verso i principi riguardanti lo spazio e le risorse come bene comune dell'umanità.

Sebbene al momento questi scenari non sono ancora realizzati, le intenzioni a livello internazionale e l'accentuarsi della competizione sulle risorse e sulla creazione di *safety zones* sono un chiaro segnale di come tale situazione stia evolvendo in questo ambito: ciò rimarca l'importanza di fornire alla comunità spaziale una giurisdizione condivisa e applicata attraverso strumenti giuridici vincolanti.

BIBLIOGRAFIA

- ACIERNO K., Chairman of the Technical Panel, *Technical Panel Presentation*, The Hague International Space Resources Governance Working Group, 2020, pp. 14-16.
- MARCHISIO S., *Article IX*, in S. HOBE, B. SCHMIDT T. TEDD, K.U. SCHROGL (eds), *Cologne Commentary on Space Law, Vol. I, Outer Space Treaty*, Cologne, Carl Heymanns Verlag, 2009, pp. 169-182.
- OLAVO DE O. BITTENCOURT NETO, MAHULENA HOFMANN, TANJA MASSON-ZWAAN AND DIMITRA STEFOUDI (eds.)

Building Blocks for the Development of an International Framework for the Governance of Space Resource Activities: A Commentary, The Hague, Netherlands, 2020.

ZHUKOV G., KOLOSOV Y., *International Space Law*, Translated by BELITZKY B., 2nd edition, stereotyped, Moscow 2014, pp. 64-65.

ARTICOLI E DOCUMENTI

CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY'S JET PROPULSION LABORATORY (JPL), *The Lunar Gold Rush: How Moon Mining Could Work*, 2019, lunasociety.org
KNIPFER C., *Revisiting "non-interference zones" in outer space*, 2018 in *The space Review*

MARCHISIO S. *Il diritto delle attività spaziali nell'era della cooperazione*, in (a cura di) BIAGINI A. F., BIZZARRI M. *Spazio. Scenari di collaborazione Note di diritto internazionale*, 2013, pp. 19-20.

SCHINGLER J. K., *Imagining safety zones: Implications and open questions*, 2020 in *The Space Review* *The Space Review: Imagining safety zones: Implications and open questions*

XIAOCI D. *Trump administration's 'Artemis Accords' expose political agenda of moon colonization, show Cold War mentality against space rivals: observers*, *Global Times*, 2020.

DOCUMENTI

CHINA AEROSPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION (CASC), *Lunar Exploration Program*, 2018.

NASA, *The Artemis Accords*, 2020.

PERMANENT COURT OF ARBITRATION, *The Optional Rules Of Arbitration Of Disputes Relating To Outer Space Activities*, December 6 2011.

THE HAGUE INTERNATIONAL SPACE RESOURCES GOVERNANCE WORKING GROUP, *Building Blocks for the Development of an International Framework on Space Resource Activities*, The Hague Netherlands, November 2019.

TRATTATI

Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, 27 January 1967.
Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, 18 December 1979.

United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), Montego Bay, 10 December 1982.

RISOLUZIONI

United Nations General Assembly Resolution 2222 (XXI), 19 December 1966, A/RES/2222(XXI).

United Nations General Assembly Resolution 34/68, 18 December 1979, A/RES/34/68.

LEGISLAZIONI NAZIONALI

U.S. GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE, *H.R.2262 - U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act*, 11 November 2015.

JOURNAL OFFICIAL DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG, *Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace*, 2017.

TRUMP D. J., THE WHITE HOUSE, *Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources*, 6 April 2020.

CAPITOLO 6

L'AGENZIA SPAZIALE DELL'UNIONE EUROPEA

6.1. *Introduzione.*- L'attuale corsa allo spazio contemporanea vede l'emergere di nuovi concorrenti motivati dal profitto o da esigenze di sicurezza nazionale che contribuiscono al cambiamento della percezione dello spazio esterno. Non più mero sentiero di esplorazione ma opportunità di mercato e chiave strategica nelle politiche di potenza e nelle relazioni internazionali.

L'ascesa dei privati¹⁵², il ritorno in primo piano dello spazio nell'agenda degli Stati Uniti (USA)¹⁵³, l'emergere della Cina¹⁵⁴ come potenza spaziale sono tutti segnali di cambiamento che impongono delle riflessioni.

Se da un lato i privati sono impegnati all'esplorazione spaziale nel segno della massimizzazione del profitto (incoraggiati anche dalle politiche degli USA)¹⁵⁵, dall'altro le mire espansionistiche della Repubblica Popolare Cinese lasciano trasparire i sogni egemonici di Pechino.

In questo scenario competitivo, tra pulsioni capitaliste, ambizioni egemoniche e desideri di affermazione, poca chiarezza sembra circondare le sorti e le evoluzioni del panorama spaziale internazionale. L'Unione Europea (UE) per la sua storia e il suo ruolo nelle relazioni internazionali non può rimanere esclusa da questa corsa al futuro, privando i suoi abitanti di servizi e benefici essenziali. Per questo motivo, la creazione di un'Agenzia spaziale dell'Unione Europea si pone come un passo particolarmente significativo.

¹⁵² BENACCHIO L., <https://www.ilsole24ore.com/art/la-nasa-musk-bezos-boeing-e-quella-voglia-spazio-privati-che-puntano-marte-AD6kCgT>, (10 luglio 2020).

¹⁵³ WHITEHOUSE.GOV, <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-trump-establishing-americas-space-force/> (10 luglio 2020).

¹⁵⁴ R. HANDBERG, Z. LI, *Chinese Space Policy: A Study in Domestic and International Politics*, Routledge, 2006.

¹⁵⁵ GOMES, J.R. & DEVEZAS, TESSALENO & NEYRA BELDERRAIN, MISCHER & SALGADO, M.C.V. & MELO, F.C. (2013). *The road to privatization of space exploration: What is missing?.* *Proceedings of the International Astronautical Congress*, IAC. 14. 10941-10946.

Una volta realizzata, quale ruolo internazionale nel settore spaziale si ritaglierà l'UE? Spazio?¹⁵⁶

6.2. *Le origini.*

6.2.1. *I programmi spaziali 2014-2020.*- Il contesto spaziale europeo ha avuto come attore di primo piano, la *European Space Agency* (ESA), creata nel 1975 a seguito delle numerose collaborazioni tra alcuni Stati del continente europeo nella precedente decade¹⁵⁷. L'UE inizia ad essere coinvolta nelle attività spaziali a partire dagli anni novanta.

Più precisamente, il primo atto di definizione di una politica spaziale europea risale al 1986, quando la politica di ricerca e sviluppo venne inserita tra le politiche comuni nell'Atto unico europeo¹⁵⁸.

Il punto di svolta avviene nel 2009, con gli articoli 4.3 e 189 del Trattato di Lisbona. L'art. 4.3 dispone: «In the areas of research, technological development and space the Union shall have competence to carry out activities, in particular to define and implement programs; the exercise of that competence shall not result in Member States being prevented from exercising theirs».

Tale articolo definisce la competenza dell'Unione in materia di ricerca, sviluppo tecnologico e spazio per la definizione ed attuazione dei programmi spaziali e dispone che l'esercizio di suddetta competenza non determini un impedimento per gli Stati membri nell'esercitare la loro.

L'Art. 189 costituisce la base giuridica della politica spaziale dell'UE. Per il raggiungimento di tale obiettivo, l'UE, attraverso la procedura legislativa ordinaria elabora il Programma Spaziale Europeo e promuove la collaborazione con l'ESA anche attraverso iniziative congiunte¹⁵⁹. Dalla combinazione delle citate disposizioni ne emer-

¹⁵⁶

DEBEVOISE&PLIMPTON,

file:///C:/Users/cliente-td-

3/Downloads/20200117%20International%20Space%20Law%20A%20New%20Frontier%20of.pdf, 2020.

¹⁵⁷

CAMERA DEI DEPUTATI, *documenti.camera.it*, gennaio 2020.

¹⁵⁸

S. MARCHISIO, *Il diritto europeo delle attività spaziali*, Master Politiche e istituzioni spaziali, 2020.

¹⁵⁹

Art. 189 del Trattato di Lisbona: «To promote scientific and technical progress, industrial competitiveness and the implementation of its policies, the Union shall draw up a European space policy. To this end, it may promote joint initiatives, support research and technological development and coordinate the efforts needed for the exploration and exploitation of space. To contribute to attaining the objectives referred to in paragraph 1, the European Parliament and Council, acting in accordance with the ordinary legislative procedure, shall establish the necessary measures, which may take the form of a European Space Program, exclud-

ge quindi una architettura nella quale agiscono l'UE, l'ESA e gli Stati membri.

La politica spaziale dell'UE si svolge attraverso i seguenti programmi: Galileo, Copernicus e EGNOS.

Il primo concerne la navigazione satellitare¹⁶⁰. È un sistema di posizionamento che mette in luce l'utilità degli investimenti europei e soprattutto la capacità dell'Europa di proiettarsi tecnologicamente sull'intero pianeta.

Copernicus il più avanzato sistema d'osservazione della terra a livello globale¹⁶¹, dal quale si stanno consolidando una serie di servizi che hanno già dimostrato la capacità europea di fornire un'ampia disponibilità di dati.

Questi due programmi sono chiamati "programmi bandiera"¹⁶². Si tratta infatti di programmi che hanno segnato l'ingresso della Commissione europea nella politica spaziale alla fine degli anni Novanta, periodo questo caratterizzato da un forte impegno della Commissione per lo sviluppo di uno spazio vicino ai cittadini in grado di produrre benefici.

EGNOS è il terzo programma, acronimo di *European Geostationary Navigation Overlay System*, ed è il sistema geostazionario europeo di sovrapposizione¹⁶³.

Gli sforzi dell'Unione si concentrano quindi sui servizi satellitari, dai quali ottiene applicazioni e servizi a disposizione e beneficio dei suoi cittadini. Diventa di cruciale importanza la massimizzazione dell'utilizzo dei dati spaziali raccolti: essi sono in grado di condurre attività di emergenza, come guidare squadre di soccorso in località colpite da catastrofi naturali; migliorare l'uso del suolo in agricoltura e rendere le infrastrutture di trasporto ed energetiche più sicure¹⁶⁴.

Tali attività conferiscono all'Europa prestigio e maggiore potere negoziale sul piano internazionale. A dimostrazione di ciò, la crescente domanda di investimenti nella ricerca e nell'innovazione nel settore spaziale da parte dei ministri europei: il Consiglio competi-

ing any harmonization of the laws and regulations of the Member States. The Union shall establish any appropriate relations with the European Space Agency. This article shall be without prejudice to the other provisions of this Title».

¹⁶⁰ Regolamento (UE) n. 1285/2013.

¹⁶¹ Regolamento (UE) n. 377/2014.

¹⁶² FALVELLA M.C., *La politica spaziale dell'UE e le relazioni ESA-UE*, 28 aprile 2020.

¹⁶³ Regolamento (UE) n. 1285/2013.

¹⁶⁴ CONSIGLIO dell'Unione Europea, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-space-programmes/>, (16 giugno 2020).

vità del 27-28 maggio 2019 ha sottolineato che lo spazio riveste un ruolo catalizzatore dell'economia dell'UE, rendendola ulteriormente competitiva.

6.2.2. *European Global Navigation Satellite System (GNSS/GSA).*- Nel giugno 2018, la Commissione europea ha proposto la trasformazione dell'Agenzia per il programma spaziale dell'European Global Navigation Satellite System (GNSS/GSA) nell'Agenzia dell'UE per il programma spaziale, ampliandone i compiti¹⁶⁵.

L'Agenzia del GNSS europeo, con sede a Praga, si occupa della gestione dei programmi dei sistemi europei di navigazione via satellite (GNSS) e degli interessi pubblici inerenti ad essi. Il suo scopo originario è quello di garantire che l'Europa raggiunga i suoi obiettivi in materia di GNSS e che i cittadini traggano benefici dal sistema europeo di copertura per la navigazione geostazionaria EGNOS e da Galileo.

Le sue funzioni principali si concretizzano nel fare in modo che i servizi basati sul GNSS rispondano alle esigenze degli utenti, nel miglioramento dei servizi e delle infrastrutture GNSS e nella gestione della fornitura dei servizi EGNOS e Galileo.

I primi beneficiari dei servizi erogati sono gli utilizzatori, che si dividono tra interni ed esterni. Nella prima categoria si configurano i servizi della Commissione, i paesi dell'UE, i membri del Parlamento europeo, le commissioni parlamentari e i contatti, le agenzie e gli organismi europei del settore spaziale e dei trasporti e i partner istituzionali del programma europeo di sistemi globali di navigazione via satellite; nella seconda sono inclusi i cittadini, le istituzioni nazionali nei paesi dell'UE connesse al GNSS, le imprese che operano nel settore del GNSS, le istituzioni e organizzazioni internazionali attive in ambiti riguardanti il GNSS, i canali dei media riguardanti il GNSS e le applicazioni per gli utenti e le autorità nazionali.

6.2.3. *Il rapporto ESA-UE.*- Per comprendere le origini del rapporto fra ESA e UE occorre tornare all'anno 2004, quando l'ESA e la Comunità europea stipularono un accordo quadro¹⁶⁶, il Framework Agreement, che ha definito la collaborazione tra le due organizzazioni nel campo spaziale e istituito un Segretariato congiunto, un Consiglio

¹⁶⁵ FALVELLA M.C., *La politica spaziale dell'UE e le relazioni ESA-UE*, 28 aprile 2020.

¹⁶⁶ EUR-Lex - JOL_2004_261_R_NS010 - EN - EUR-Lex (europa.eu).

Spaziale a livello ministeriale e un gruppo di esperti del settore nel quale vengono rappresentati tutti i Paesi ESA e UE.

L'ESA e l'UE sono due enti indipendenti, sebbene abbiano la medesima base geografica e condividano molti contatti¹⁶⁷. Non tutti gli Stati membri dell'ESA sono membri dell'UE: Regno Unito, Svizzera, Norvegia sono presenti nella prima, ma assenti nella seconda; in alcuni progetti il Canada partecipa tramite un accordo di cooperazione con l'ESA. Alcuni Stati membri UE non sono membri ESA come Bulgaria, Malta, Cipro, Croazia, Lettonia, Lituania e Slovacchia i quali hanno degli accordi di cooperazione preparatori all'accesso alla Convezione ESA. Nonostante ciò, negli ultimi quindici anni si è assistito ad una solida cooperazione fra le due organizzazioni con una chiara distinzione dei ruoli.

L'ESA ha natura di organizzazione tecnica e possiede la competenza per attuare i programmi tecnico-scientifici ed operativi. Le sue attività si concentrano sul settore *upstream* e sullo sviluppo di programmi spaziali e di esplorazione.

L'UE è invece interessata soprattutto a mantenere un efficiente controllo dello spazio al fine di permettere un accesso sicuro ai propri Stati membri e a rafforzare la sua posizione internazionale. L'UE svolge un ruolo di primaria importanza anche in ambito ESA in quanto la finanzia per il 20% del budget totale¹⁶⁸. L'UE ha competenza in materia di regolamentazione ed è in grado di sviluppare l'uso di infrastrutture, servizi e dati tramite i suoi Stati membri. L'UE fornisce un corposo sostegno al settore *downstream*.

Sintetizzando: se da un lato l'ESA è specializzata nel settore della ricerca e dello sviluppo, dall'altro l'UE mira a concentrare le sue energie nel settore delle applicazioni e dei servizi¹⁶⁹. L'obiettivo finale sarebbe quello di unificare l'approccio dei due enti con quello dei loro Paesi membri, promuovendo al contempo, tramite una linea strategica comune la sicurezza, l'esplorazione, l'accesso allo spazio e la difesa.

6.3. *L'Agenzia spaziale dell'UE nel contesto del nuovo programma spaziale 2021-2027.*

6.3.1. *Da EGNSS a EUSPA: la proposta di regolamento della Commissione.*- A partire dal 2021, Praga ospiterà la nuova Agenzia Spaziale dell'UE: il passaggio da EGNSS a *European Union Space*

¹⁶⁷ CAMERA DEI DEPUTATI, *documenti.camera.it*, gennaio 2020

¹⁶⁸ *Ibidem*.

¹⁶⁹ FALVELLA M.C., La politica spaziale dell'UE e le relazioni ESA-UE, 28 aprile 2020.

Agency (EUSPA) prevede una serie di modifiche, raccolte in una proposta di regolamento della Commissione¹⁷⁰. Tale Regolamento, che istituisce il programma spaziale dell'Unione Europea e traccia la linea strategica spaziale per l'Europa¹⁷¹, vede la nuova agenzia spaziale protagonista di cambiamenti mirati ad avvicinare sempre più i cittadini europei allo spazio, migliorandone la vita quotidiana fornendo servizi, informazioni e dati spaziali all'avanguardia e di alta qualità.

La missione dell'Agenzia sarà fondata su tre pilastri: 1) accreditamento della sicurezza; 2) sviluppo del mercato; 3) sviluppo delle applicazioni legate al progresso tecnologico.

Partendo da essi, si intende realizzare una reazione a catena rafforzando i rimanenti comparti, come quello industriale, migliorando la sicurezza degli Stati membri e massimizzando lo sfruttamento degli investimenti nel settore economico legato al settore spazio. Con queste manovre l'UE ambisce sia a favorire lo sviluppo di una società più dinamica, moderna ed efficiente, che a promuovere il suo ruolo di guida nel panorama internazionale¹⁷².

Ulteriori obiettivi sono la semplificazione e armonizzazione delle norme nei regolamenti o decisioni separati; l'offerta di maggiori garanzie per il bilancio destinato al settore spaziale e la promozione di nuove iniziative quali il sostegno per la sorveglianza dello spazio e il monitoraggio di oggetti e detriti spaziali (SSA) e l'iniziativa governativa per le telecomunicazioni via satellite, GOVSATCOM.

Infine, per quanto concerne l'ambito finanziario, la proposta originaria prevedeva l'assegnazione al programma di 16 miliardi di euro a prezzi correnti per il periodo 2021-2027, ripartita nella seguente maniera: 9,7 miliardi di EUR per Galileo ed EGNOS; 5,8 miliardi di EUR per Copernicus; 0,5 miliardi di EUR per SSA e GOVSATCOM¹⁷³.

6.3.2. Da EGNSS a EUSPA: la modifica del Parlamento europeo.- Il 17 aprile 2019 il Parlamento europeo ha approvato una risoluzione che modifica la citata proposta della Commissione.

¹⁷⁰ Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the space programme of the Union and the European Union Agency for the Space Programme and repealing Regulations (EU) No 912/2010, (EU) No 1285/2013, (EU) No 377/2014 and Decision 541/2014/ del 13.3.2019, data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7841-2019-INIT/en/pdf.

¹⁷¹ CAMERA DEI DEPUTATI, documenti.camera.it, gennaio 2020.

¹⁷² FALVELLA M.C., *La politica spaziale dell'UE e le relazioni ESA-UE*, 28 aprile 2020.

¹⁷³ CAMERA DEI DEPUTATI, documenti.camera.it, gennaio 2020.

A beneficio della competitività dell'UE, in un mercato in celere evoluzione, si è data precedenza all'accesso a infrastrutture di lancio moderne e adeguati sistemi di lancio. Pertanto, eccezion fatta per le misure adottate dagli Stati membri e dall'ESA, il programma è volto a sostenere gli adattamenti dell'infrastruttura spaziale terrestre, nonché gli adattamenti, tra cui lo sviluppo tecnologico dei sistemi di lancio necessari per il lancio via satellite, comprese le tecnologie alternative e i sistemi innovativi, per l'implementazione dei componenti del programma¹⁷⁴.

Per quanto concerne il bilancio, il Parlamento ha proposto che la dotazione sia stabilita a 16,9 miliardi di euro a prezzi correnti suddiviso nel modo seguente: Galileo ed EGNOS: 9,7 miliardi di EUR; Copernicus: 6 miliardi di EUR; SSA e GOVSATCOM: 1,2 miliardi di euro. Il testo farà salve le prerogative degli Stati membri nel settore della sicurezza nazionale¹⁷⁵.

6.3.3. *EUSPA-ESA: due agenzie, un continente.*- Nel 2021, l'entrata dell'EUSPA nello scenario europeo è destinata a creare una più specifica ripartizione dei ruoli e delle competenze con l'ESA.

6.3.4. *Il nome.*- Un problema sorto, che ha causato non pochi malumori, è stato quello della nomenclatura: l'ESA non sembra aver accolto la scelta della Commissione del nome dato alla nuova agenzia dell'UE¹⁷⁶.

Il documento presentato recita così: «'European Space Agency' is a worldwide recognized brand also legally protected as the name of an international organization legally equivalent to that of a state[...]It is also filed and protected as an EU trademark in all classes of products and services related to space activities[...]In order to avoid confusion, the name of the EU agency should be better distinguished from ESA as to reflect their specific mandates».

L'ESA rimarca la valenza internazionale del suo nome quale un vero e proprio marchio protetto legalmente e riconosciuto come marchio EU, equivalente a quello che può essere il nome di uno Stato. L'Agenzia Spaziale Europea invita quindi a modificare la nomenclatura della nuova agenzia onde evitare confusione con la già esistente ESA.

¹⁷⁴ CAMERA DEI DEPUTATI, *documenti.camera.it*, gennaio 2020.

¹⁷⁵ *Ibidem*.

¹⁷⁶ TEFFER P., <https://euobserver.com/science/144182>, 2019, (11 luglio 2020).

6.3.5. *Le Differenze.* - La natura dell'UE e il suo ruolo di finanziatore dell'ESA lascia intendere che l'EUSPA sarà l'agenzia indirizzata verso attività di natura politico-economica, mentre l'ESA dovrebbe concentrarsi sulle attività di natura scientifica, come inteso nello *Space Council 2007*¹⁷⁷. Questo disegno viene confermato dalla Commissione, che coordinerà e definirà i compiti delle due agenzie. L'ESA, per via della sua competenza specifica, rimarrà il partner principale dell'EUSPA e dell'UE. I suoi obiettivi saranno molteplici. Per quanto concerne il programma Galileo, la Commissione ha delegato lo sviluppo delle infrastrutture spaziali all'ESA, rendendola responsabile. Nel caso del programma COPERNICUS, l'ESA ne gestirà lo sviluppo, il *design*, la costruzione delle infrastrutture spaziali e parte delle operazioni collegate a esse. Rispetto ad EGNOS, sarà compito dell'ESA provvedere allo sviluppo dei segmenti di terra e dei satelliti. Infine, per quanto riguarda le competenze per la ricerca e lo sviluppo, l'ESA si occuperà integralmente del settore all'interno del programma spaziale.

L'EUSPA invece¹⁷⁸ si occuperà della diffusione sul mercato del programma Galileo; mentre per il programma EGNOS gestirà le operazioni e le manutenzioni del segmento di terra, le comunicazioni e l'inserimento nel mercato, si occuperà dell'accreditamento in materia di sicurezza e della conduzione dello sviluppo del mercato.

In base a quanto riportato appare più nitida la distinzione dei compiti delle due agenzie. Se l'ESA riveste il ruolo di un ente apolitico, che persegue meramente fini scientifici di ricerca, l'EUSPA al contrario rispecchia le caratteristiche economico-politiche dell'UE. Ciò che viene a delinearsi è un equilibrio basato sulla diversità e fondato sull'interesse degli Stati membri, con lo scopo di recare molteplici benefici alla società europea tutta e non solo.

A questo punto, ci si potrebbe interrogare su quanto a lungo durerà questo equilibrio, perché se l'UE rappresenta gli interessi di una pluralità di Stati dinamica e in costante evoluzione, ci sarà uno dei due enti che prevarrà sull'altro? In un eventuale scontro vincerà la linea politica o quella scientifica?

¹⁷⁷ FALVELLA M.C., *La politica spaziale dell'UE e le relazioni ESA-UE*, 28 aprile 2020.

¹⁷⁸ COMMISSIONE EUROPEA, *Questions and Answers on the new EU Space Programme*, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/MEMO_18_4023. Giugno 2018.

6.4. *Conclusioni. EUSPA: quale contributo alla Space Law?*- Nel corso della storia il diritto è stato chiamato ad aggiornarsi per tenere il passo con le innovazioni tecnologiche. L'esplorazione spaziale non fa eccezione. Si fa sempre più pressante la necessità di una regolamentazione più ampia ed incisiva delle attività esterne all'atmosfera terrestre. Preoccupa il soccombere di temi che durante gli anni del *law-making* erano maggiormente sentiti: il desiderio di regolare l'esplorazione spaziale, la speranza che oltre una certa altitudine vi fosse l'interesse di agire per il beneficio dell'umanità. Un senso di collettività che, di fronte alle ricchezze di questa immensa frontiera del mercato, potrebbe perdersi per sempre. Tornare indietro non è possibile. La società che oggi si affaccia ai nuovi anni venti è mutata considerevolmente rispetto a quella del secolo scorso, grazie soprattutto al progresso tecnologico. Tuttavia le dinamiche geopolitiche lasciano intravedere la comparsa di un vuoto giuridico in alcuni settori delle attività spaziali che stimola la Comunità Internazionale verso la revisione dei Trattati sullo spazio, cosa che sarebbe quantomeno auspicabile.

L'UE, per la sua origine e la sua longeva esperienza di elaborazione di discipline giuridiche è in grado di assorbire e gestire le diversità e le crescenti complessità fra i popoli che la vanno componendo. Per questo motivo appare il candidato ideale per prospettare un quadro normativo adeguato allo scenario attuale, allontanando così la minaccia del vuoto normativo.

L'EUSPA avrebbe interesse a ricoprire il ruolo di ambasciatore dei principi del diritto spaziale, cominciando dagli interessi economici. Lo spazio oggi è un luogo privilegiato di applicazioni e investimenti europei, al crocevia fra il sostegno allo sviluppo tecnologico e la volontà di finanziare sistemi che migliorino in modo effettivo la vita dei cittadini. L'attenzione ormai tradizionale dell'UE e dei suoi paesi membri alla tutela dei diritti della persona e al riconoscimento della parità di trattamento tra i soggetti di diritto saranno il motore di uno sviluppo equilibrato dello sfruttamento delle risorse dello spazio a beneficio dell'umanità in linea con i principi generali dei Trattati del secolo scorso.

Per rappresentare un'alternativa concreta è necessario che l'UE risolva alcune problematiche interne: esistono delle politiche spaziali nazionali con le loro tradizioni, visioni e differenze che ostacolano la visione dello spazio in quanto manifestazione unificatrice. L'ESA non è un ente politico, sebbene raccolga la maggior parte delle agenzie nazionali europee. L'EUSPA invece è nata per questo. Così come viene

auspicata per l'Unione una maggiore integrazione, alla stessa maniera lo spazio in Europa necessita di unità e semplificazione.

La convivenza fra le due Agenzie è in un apparente equilibrio, che tuttavia potrebbe non essere destinato a durare: NASA, ROSCOSMOS, CNSA e le altre Agenzie spaziali dei più influenti attori hanno subito un processo di semplificazione e uniformazione, rispondendo alle direttive di un unico governo. Allo stato attuale, l'UE non è in grado di realizzare un obiettivo simile, in quanto il processo di integrazione europea non è stato ancora portato a termine e la governance spaziale europea è basata su un sistema complesso, che poggia sull'Unione, l'ESA e gli Stati membri¹⁷⁹.

Ma una fusione ESA-EUSPA potrebbe invece risultare una strategica carta vincente: alle capacità finanziarie e alla natura politica dell'Agenzia di Praga si sommerebbero la conoscenza e la *expertise* di Parigi. Il che permetterebbe all'UE di stabilire un controllo diretto delle molteplici Agenzie nazionali spaziali dei Paesi membri, garantendosi la possibilità di tessere relazioni dirette di reciproco interesse con le Agenzie dei Paesi extraeuropei che collaborano con l'ESA. Tale opportunità si tradurrebbe in un potente consolidamento del ruolo globale dell'UE, la quale potrebbe rivestire il ruolo di punto di riferimento internazionale per tutti quei soggetti che non si riconoscono nelle scelte degli attuali protagonisti della nuova "corsa allo spazio".

L'affermarsi dell'EUSPA nello scenario internazionale può essere il propellente di un processo di integrazione europea più maturo, consapevole e adeguato ai tempi. Accompagnato e garantito da una nuova produzione normativa in grado sia di riesaminare i Trattati originari, rafforzandoli tramite gli strumenti giuridici dell'UE, sia di fungere da punto di non ritorno nei confronti di tutti quegli ostacoli che minacciano l'uso, gli scopi pacifici delle esplorazioni e lo sfruttamento delle risorse dello spazio a beneficio dell'umanità.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

❖ ACCIACCARELLI M., *Spazio, si rafforza la collaborazione tra Russia e Cina*, <https://it.insideover.com/societa/spazio-si-rafforza-la-collaborazione-tra-russia-e-cina.html>, 5 ottobre 2019

¹⁷⁹ Art. 4.3 e 189 TFUE. S. Marchisio, *La Politica spaziale Europea: una competenza dell'Unione ancora da definire* in N. Parisi, M. Fumagalli Meraviglia, A. Santini, D. Rinoldi (a cura di) *Onore di Ugo Draetta*, Napoli, 2011.

- ❖ ACUTHAN J.P., *China's Outer Space Programme: Diplomacy of Competition or Co-operation?*, <https://journals.openedition.org/chinaperspectives/577#tocto1n5>
- ❖ ARRIGO G., *La governance spaziale Internazionale*, febbraio 2020
- ❖ ASTROSPACE.IT, <https://magazine.impactschool.com/spazio/la-cina-sta-per-iniziare-la-costruzione-della-sua-stazione-spaziale/>, 24 febbraio 2020
- ❖ BENACCHIO L., <https://www.ilsole24ore.com/art/la-nasa-musk-bezos-boeing-e-quella-voglia-spazio-privati-che-puntano-marte-AD6kCgT>
- ❖ BLUE ORIGIN, *Our Mission*, <https://www.blueorigin.com/our-mission>
- ❖ CAMERA DEI DEPUTATI, http://documenti.camera.it/leg18/dossier/testi/RI034.htm?_1591435039826, gennaio 2020
- ❖ CANTINI R., *Le «democrazie illiberali» che minano la democrazia*, <https://www.toscanaoggi.it/Opinioni-Commenti/Le-democrazie-illiberali-che-minano-la-democrazia>, 29 settembre 2018
- ❖ COMMISSIONE EUROPEA, *Questions and Answers on the new EU Space Programme*, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/MEMO_18_4023, giugno 2018
- ❖ DEBE-VOISE&PLIMPTON, <file:///20International%20Space%20Law%20A%20New%20Frontier%20of.pdf>, 2020
- ❖ DELLI COMPAGNI A., *L'Ue finanzia D-Orbit, la startup italiana che pulisce i detriti nello spazio*, <https://www.wired.it/economia/startup/2016/02/18/startup-italiana-spazio/>, 18 febbraio 2016
- ❖ DESAI M., *Trump: Return to (Classic) US Isolationism*, <https://www.theglobalist.com/donald-trump-isolationism-syria-war-nato-defense/>, 26 ottobre 2019
- ❖ DESANDO C., <https://www.economyup.it/innovazione/space-economy-ecco-perche-lo-spazio-sta-diventando-un-business-anche-per-le-startup/>, 5 ottobre 2018,
- ❖ FALVELLA M.C., *La politica spaziale dell'UE e le relazioni ESA-UE*, 28 aprile 2020
- ❖ GOMES, J.R. & DEVEZAS, TESSALENO & NEYRA BELDERRAIN, MISCHIEL & SALGADO, M.C.V. & MELO, F.C. (2013). *The road to privatization of space exploration: What is missing?. Proceedings of the International Astronautical Congress*, IAC. 14. 10941-10946.
- ❖ GRECO P., *La nuova guerra fredda si combatte nello spazio*, <https://ilbolive.unipd.it/it/news/guerra-fredda-spazio-cina-stati-uniti-italia>, 29 gennaio 2020
- ❖ HANDBERG R., LI Z., *Chinese Space Policy: A Study in Domestic and International Politics*, Routledge, 2006
- ❖ IL SOLE 24ORE, <https://www.ilsole24ore.com/art/trump-fonda-l-esercito-le-guerre-spaziali-ACWsd7>, 21 dicembre 2019
- ❖ IMPACT SCHOOL MEGAZINE, *L'India fra i protagonisti della nuova corsa allo spazio*, <https://magazine.impactschool.com/video-notizie/lindia-fra-i-protagonisti-della-nuova-corsa-allo-spazio/>, 8 agosto 2019

- ❖ LA REPUBBLICA, *La nuova gara nello spazio? Far volare i miliardari privati*, https://www.repubblica.it/dossier/cronaca/italia-riparte/2020/06/10/news/la_nuova_gara_nello_spazio_far_volare_i_privati-258528025/, 10 giugno 2020
- ❖ MARCHISIO S., *Il diritto europeo delle attività spaziali*, Master Politiche e istituzioni spaziali 2020
- ❖ MATTEIS A., *Chi comanda sulla Luna?*, <https://lospiegone.com/2017/12/11/chi-comanda-sulla-11-dicembre-2017>
- ❖ MONTICELLI M., *Com'è regolato lo spazio?*, <https://www.iusinitinere.it/regolato-lo-spazio-6300>, 12 gennaio 2019
- ❖ NASA, <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
- ❖ Regolamento (EU) n. 1285/2013
- ❖ Regolamento (EU) n. 377/2014
- ❖ SANCHEZ A., *Latin America's space programs: an update*, <https://www.thespacereview.com/article/3413/1#:~:text=Latin%20American%20space%20programs%20have%20enjoyed%20significant%20accomplishments%20in%20recent,have%20domestically%20constructed%20their%20own> 22 gennaio 2018
- ❖ TEFFER P., <https://euobserver.com/science/144182>, 2019
- ❖ UNOOSA, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*
<http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/outerspacetreaty.html> 19 dicembre 1966
- ❖ UNOOSA, *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*,
<http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/moon-agreement.html> 5 dicembre 1979
- ❖ WHITEHOUSE.GOV, <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-trump-establishing-americas-space-force/>
- ❖ ZANETTIN A., *NASA, storico annuncio: non solo astronauti nello spazio, Blue Origin e Virgin Galactic*, <https://tech.everyeye.it/notizie/nasa-storico-annuncio-non-astronauti-spazio-blue-origin-virgin-galactic-453645.html>, 24 giugno 2020

Abbreviazioni

- CNSA = China National Space Administration
- EUSPA = European Union Space Agency
- ESA = European Space Agency
- EU = European Union
- GLONASS (ГЛОНАСС) = ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система; [Global'naja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema]
- GNSS/GSA = Global Navigation Satellite System
- GOVSATCOM = Governmental Satellite Communications
- ISS = International Space Station
- NASA = National Aeronautics and Space Administration
- NSE = New Space Economy
- OST = Outer Space Treaty
- SSA = Space Situational Awareness

SL = Space Law

USA = United States of America

SEZIONE INDUSTRIALE E TECNICO-SCIENTIFICA

COMPETENZE, COMPETIZIONI, CAPITALI: LE TRE C PER LO SVILUPPO GLOBALE DELLA *NEW SPACE ECONOMY**

DOMENICO BARRETTA – CATIA BENEDETTO – ROBERTO CAIONE –
GIUSI DISCENZA – LUCA FASANO – STEFANO GIAIMO – ALBA IOVANE –
CRISTINA MARTINI – FRANCESCA RIZZI

SOMMARIO: 1. Introduzione. – Capitolo 2: Le Competenze – 2.1. I privati entrano in gioco. – 2.2. New Space Economy. – 2.3. Il ruolo delle Agenzie Spaziali oggi. – 2.3.1. NASA e Stati Uniti. – 2.3.2. Agenzia Spaziale Canadese. – 2.3.3. Cina. – 2.3.4. Australia. – 2.3.5. ESA-Contesto Europeo. – 2.4. La dimensione istituzionale e commerciale. – 2.5. La Stazione Spaziale Internazionale. – 2.5.1. Come è fatta la ISS e il contributo europeo. – 2.5.2. Il futuro della Stazione Spaziale Internazionale. – 2.6. Osservazione dalla Terra. – 2.6.1. EO: Contesto internazionale. 2.6.2. GNSS. – 2.6.3. Accenni sul volo in formazione. – 2.7. Intelligenza artificiale e Osservazione della Terra. – 2.7.1. Perché l'ingegnere sistemista. – 2.7.2. Background teorico. – 2.7.3. Sfide e Opportunità. – 2.8. Nuove competenze per l'elaborazione dell'informazione nella NSE. – 2.8.1. Il problema. – 2.8.2. Dalla Space Industry Capacity Driven alla NSE Data Driven. – 2.8.3. Dall'*Analysis* all'*Analytics*. – 2.8.4. L'Intelligenza Artificiale nello spazio: dalla teoria alla pratica. – 2.9. *IoT*: l'internet delle cose. – 2.9.1. Sicurezza e protezione del dato: la NSE amplifica problemi e contromisure. – 2.9.2. *Cyber security*: eccellenze italiane dell'aerospazio. – 2.10. Le eccellenze italiane. – 2.10.1. Innovazione tecnologica. – 2.10.2. Trasporto spaziale. – 2.10.3. Esplorazione. – 2.10.4. Navigazione, Osservazione della Terra e Telecomunicazioni. – 2.11. Programmi, alleanze, compenetrazioni di competenze: una corsa alla competizione sui dati. – 2.11.1. Iridium Cloud Connect. – 2.11.2. e-GEOS. – 2.11.3. BiDS (Big Data from Space). – 2.12. Il futuro dell'esplorazione spaziale. – 2.12.1. Viaggi interstellari. – 2.12.2. Terraformazione di Marte. – Capitolo 3: Le Competizioni. – 3.1. La competizione storica tra USA e URSS. – 3.2. L'evoluzione degli assetti politici: tra competizione e cooperazione. – 3.2.1. Stati Uniti. – 3.2.2. Unione Europea. – 3.2.3. Russia. – 3.2.4. Cina. – 3.3. Il posizionamento dell'Italia. – 3.3.1. Gli accordi internazionali bilaterali o multilaterali per la partecipazione dell'Italia a programmi o imprese spaziali (1960-1998). – 3.3.2. Gestione delle attività spaziali e nascita dell'Agenzia Spaziale Italiana. – 3.3.3. Il contributo dell'ASI alla realizzazione della Stazione Spaziale Internazionale. – 3.3.4. Cooperazione italiana nello spazio nel XXI secolo. – 3.3.5. Il ruolo dell'Italia nell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) – Cooperazione ASI-ESA. – 3.4. Il modello americano. – 3.4.1. La NASA e l'approccio alla competizione nell'industria aerospaziale. – 3.4.2. La fine dello Space Shuttle e la nascita dei programmi commerciali. – 3.4.3. Commercial Orbital Transportation Services (COTS) e Commercial Crew Program (CCP). – 3.4.4. Il motore della competizione. – Capitolo 4: I Capitali. – 4.1. Dalla Space Economy alla New Space Economy: l'evoluzione degli investimenti nel settore. – 4.1.1. La catena globale del valore. – 4.2. Come sta avvenendo la rivoluzione. – 4.2.1. Gli operatori nel settore Spaziale. – 4.2.2. Entrano in gioco nuovi player, ma i "vecchi" player sono ancora fondamentali. – 4.2.3. Nuovi modelli di business. – 4.2.4. Nuovi modelli di produzione e management. – 4.2.5. La globalizzazione dell'industria spaziale: gli investimenti diretti esteri. – 4.3. I Capitali in USA. – 4.3.1. Le 4 Direttive di Space Policy. – 4.3.2. Soyuz vs SpaceX. – 4.3.3. Venture Capital e Start-up negli USA. – 4.3.4. Il supporto di NASA a SpaceX. – 4.4. I Capitali in Europa. – 4.4.1. Il settore manifatturiero europeo: l'occupazione e il mercato. – 4.4.2. La Space Economy per l'Unione Europea. – 4.4.2.1. Il Programma Copernicus per le Start-Up: esempio di

* Il presente lavoro è stato redatto sotto la supervisione dell'Ing. Armando Tempesta, dell'Ing. Roberto Somma e del Prof. Enrico Flamini.

impulso al segmento downstream. – 4.4.3. La Space Economy per l’Agenzia Spaziale Europea. – 4.4.3.1. Il Programma dell’ESA per le PMI e le Start-Up. – 4.5. I Capitali in Italia. – 4.5.1. La filiera manifatturiera e dei servizi nell’industria spaziale italiana. – 4.5.2. Il posizionamento nazionale per l’istituzione: il Piano Strategico Space Economy. – 4.5.3. CDP Primo Space Fund. – 4.6. Spazio e Sicurezza. – 4.7. I nuovi investimenti in Europa: un evidente tendenza. – Capitolo 5: Conclusioni. – Acronimi. – Riferimenti.

1. INTRODUZIONE

Lo Spazio, negli ultimi anni, si è sempre più affermato come una risorsa fondamentale, soprattutto per le telecomunicazioni e per i servizi di Osservazione della Terra e di geo-localizzazione. I servizi satellitari ed i dati da essi generati diventano asset che, se uniti alle potenzialità dell’economia digitale, sono in grado di anticipare i bisogni della nostra società: le tecnologie e le innovazioni spaziali influenzano sempre di più e positivamente la nostra vita. Lo Spazio oggi è in grado di creare sviluppo economico e sociale mettendo insieme quelli che sono i valori fondamentali della società globale: valori scientifici, tecnologici, umanistici, economici e diplomatici.

Con l’avvento della *New Space Economy*, il settore spaziale, che, per lungo tempo ha goduto del prevalente sostegno istituzionale, sta assistendo ad un ambizioso intervento di investitori privati. Si tratta di una vera e propria rivoluzione culturale che ridefinisce il rapporto pubblico/privato. Bisogna tenere in conto che la corsa allo Spazio è ancora oggi finanziata sostanzialmente dai governi e solo in piccola misura dai privati. La privatizzazione dello Spazio comporta in ogni caso anche una privatizzazione dei servizi: lo Spazio diventa “per tutti”, situazione peraltro già consolidata, ad esempio, nel settore delle telecomunicazioni.

La *Space Economy* è oggi riconosciuta dall’OECD come uno dei più efficaci motori di crescita economica, ben oltre il confine del comparto spaziale in senso stretto; è definita come l’economia del futuro. L’innovazione è la chiave per mantenere e rafforzare la competitività nazionale ed internazionale. Essa viene perseguita attraverso iniziative di sviluppo di tecnologie abilitanti, anche radicalmente innovative, favorendo opportunità provenienti da altri settori, o cogliendo sfide offerte da future missioni in ambito nazionale ed internazionale. Lo Spazio è la prossima frontiera globale non solo dal punto di vista del mercato commerciale ma anche in termini di opportunità di progresso per il futuro dell’umanità.

Il presente lavoro analizza, dal punto di vista scientifico e tecnologico-realizzativo, il concetto di *New Space Economy* e lo sviluppo che, negli ultimi anni, ha modificato le prospettive dell'esplorazione, dell'economia, della politica e, più in generale, dell'intera governance dello spazio. Verranno illustrate le cause di questa nuova prospettiva e le motivazioni dell'attuale dinamismo che ne sta derivando, concentrandosi sulle "Competenze" raggiunte nei vari settori, analizzando le "Competizioni" politiche e commerciali delle filiere ed i "Capitali", sia istituzionali, sia privati, su cui si poggiano le visioni dei gestori e degli operatori.

Nell'illustrare i risultati di tale analisi, saranno evidenziate le interdipendenze tra i vari interessi, incluso quello strategico-politico, quello tecnico e quello economico e sarà chiaro come l'attività del settore spazio non è più, come accadeva ai tempi della Guerra Fredda tra USA e URSS, governata da interessi esclusivamente strategici, ma risponde ad esigenze sempre più economiche.

Dietro il concetto di economia dello spazio vi è una realtà particolarmente complessa che presenta molteplici sfaccettature sia dal punto di vista del modello industriale adottato che dei servizi forniti. Negli scorsi decenni, il vecchio modello di *space economy* è stato infatti il risultato di grandi investimenti pubblici sostenuti da un numero limitato di potenze spaziali, con un'industria concentrata in pochi e grandi integratori di sistemi e livelli di competizione e tassi di crescita limitati. La nuova *space economy* rappresenta invece un mix tra investimenti istituzionali e ambiziose iniziative commerciali, con un numero crescente di fornitori e subfornitori in competizione tra loro, e una crescita esponenziale in termini economici. Più avanti saranno dettagliati questi aspetti ed emergerà come questa rivoluzione è in pieno svolgimento proprio in questi anni.

In questo contesto è evidente l'interesse sia di attori pubblici, ma oggi anche di quelli privati, a "conquistare" quello che da molti è considerato l'Ottavo Continente.

CAPITOLO 2

LE COMPETENZE

2.1. *I privati entrano in gioco.*- Dopo una traversata del deserto durata nove anni (8 luglio 2011 il volo dell'ultimo *Space Shuttle*) in cui la NASA ha dovuto acquistare decine di passaggi per i propri astronauti sulla *Soyuz*, gli Stati Uniti tornano a essere autonomi per l'accesso umano allo Spazio e la *Crew Dragon* targata SpaceX traghetta a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) due astronauti della NASA. Si tratta di un nuovo capitolo della storia dell'Agenzia spaziale americana e questo nuovo capitolo lo si sta scrivendo a quattro mani con l'industria privata.

L'attività di trasporto in orbita bassa diventa ufficialmente un servizio a pagamento fornito dai privati delineando in maniera più netta quello che già avviene da circa dieci anni con i cargo Dragon e Cygnus. Dalla fine degli anni Novanta abbiamo assistito, da parte della NASA, alla definizione e all'implementazione di una visione strategica che delega ai privati la responsabilità operativa in un settore cruciale come il lancio in orbita bassa. Poteva la NASA, con il suo prestigio, con i suoi laboratori fantascientifici e i suoi scienziati leggendari affidarsi ai privati per funzioni che erano nate nell'agenzia? Dalla progettazione dei lanciatori alla realizzazione del servizio di lancio.



Fig. 1: Un lancio di Space-X - Fonte: NASA archive

La risposta alla precedente domanda è divenuta motivo di orgoglio per gli Stati Uniti che oggi sono tornati a sentirsi fieri di poter nuovamente primeggiare nella corsa allo Spazio. Questa può essere considerata a tutti gli effetti un'espansione colonialista spaziale senza precedenti nella storia dell'umanità. Con benefici e ritorni senza precedenti gli USA continuano a ribadire la volontà di primeggiare.

Il lancio di SpaceX potrebbe tuttavia stimolare l'Agenzia spaziale russa, dando vita ad una nuova rivalità tra questi paesi, come accaduto in passato. Quest'ultima infatti non è rimasta a guardare e già quest'anno la Roscosmos eseguirà test su un nuovo vettore e dall'anno prossimo riprenderà il programma lunare, il cui progetto ad oggi è ancora segreto.

Rispetto al secolo scorso, la situazione è cambiata: non ci sono più due sole superpotenze ad avere un ruolo nell'esplorazione dello spazio. L'ultima delle frontiere ora è aperta a molti più paesi. Accanto agli attori storici, Stati Uniti e Russia, il numero di paesi che ha spedito in orbita un satellite è sempre più elevato e dà l'idea di come lo spazio sia un mercato molto importante nell'economia globale.

Oggi praticamente tutti i paesi dell'America Latina hanno uno o più satelliti, lanciati in collaborazioni con i paesi che hanno lanciatori a disposizione (USA, Russia, India, Europa, Cina). L'Australia, a cui dedicheremo un paragrafo particolare, è nelle stesse condizioni, così come l'Algeria e la Libia, l'Indonesia e la Turchia. Anche l'Africa

centrale sta entrando nella partita, recentemente infatti è stato messo in orbita un satellite del Ghana, con il compito di sorvegliare le coste del Paese e servire da laboratorio di astronautica per le università del Paese.

La realtà dei fatti ci dice che la nostra vita quotidiana dipende in modo indissolubile dallo spazio, anche se noi non ce ne rendiamo conto; basti pensare al GPS di diffusissimo utilizzo, il quale dipende dalla costellazione americana di satelliti del *Global Positioning System*.

Stiamo assistendo a dei processi il cui fine non è più legato alla filosofia delle vecchie competizioni ("imparare a fare spazio andando nello spazio") ma all'intenzione di usare lo spazio come catalizzatore di un vero e proprio business dal momento che gli investimenti di oggi sono il carburante della rivoluzione e la ricchezza di domani. Cerchiamo di approfondire la questione analizzando concettualmente come la sfera del pubblico e quella del privato stanno ridisegnando i servizi sul tavolo di lavoro.

2.2. New Space Economy.- La *New Space Economy* è un settore altamente strategico e che sta avendo un impatto importante sulla qualità della vita, con molte applicazioni. Investire con lo spazio significa investire sul futuro, anche in termini di miglioramenti concreti della vita quotidiana, dalla medicina all'agricoltura, dalla mobilità all'osservazione della Terra. La quasi totalità dei settori economici si interseca più o meno direttamente con lo spazio e la sua economia. Lo spazio è un settore importante dal punto di vista geopolitico, è uno strumento di politica internazionale e un settore senza frontiere, nel quale, in funzione dell'evoluzione degli scenari, vanno aggiornate le regole esistenti (non molte) ed elaborate di nuove per far fronte alle diverse problematiche. Occorre inoltre aver ben chiaro il fatto che lo spazio è un ambiente globale, pertanto le regole non possono che essere globali ed accettate globalmente, compito certamente non facile di fronte alla varietà di interessi geopolitici ed economici che caratterizzano sempre più il settore.

Innanzitutto occorre fare attenzione a non mescolare la privatizzazione dei servizi spaziali con la corsa allo spazio dovuta a interessi economici del mondo industriale. La corsa allo spazio è ancora oggi finanziata sostanzialmente dai governi, solo in piccola misura dai privati. La privatizzazione dello spazio è una privatizzazione dei servizi che oggi la NASA acquista dal mercato per l'orbita bassa, mentre gli

obiettivi dell'agenzia si stanno lentamente spostando dall'orbita terrestre verso Luna e Marte. Per assistere a una privatizzazione delle missioni lunari, che non sia solo l'acquisto di servizi di trasporto, dovremo attendere che si sviluppi il mercato dello sfruttamento delle risorse presenti su pianeti, satelliti e asteroidi, ma ci vorrà un po' di tempo.

Sicuramente la collaborazione tra privati e NASA continuerà a lungo, ridefinendo sempre meglio il mandato e gli obiettivi dell'Agenzia e il suo esempio non potrà non influenzare anche l'evoluzione delle agenzie spaziali degli altri paesi.

Il mondo dei privati opera e si sviluppa in modo differente da quello delle istituzioni pubbliche. Alla luce di questo, è estremamente riduttivo pensare che si tratti solo di un trasferimento di compiti e di tecnologia da enti pubblici a privati, siano essi visionari come Elon Musk, magnati come Jeff Bezos eccentrici come Richard Branson o grandi industrie consolidate come Boeing.

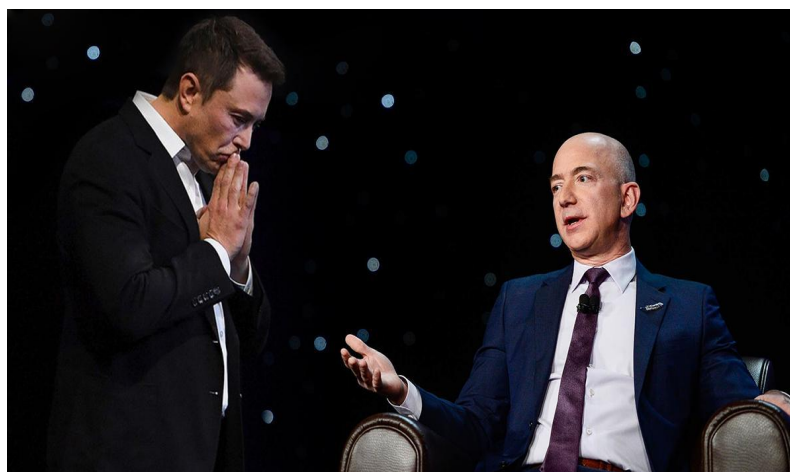


Fig. 2: *Elon Musk e Jeff Bezos (Fotomontaggio)*

I privati iniziano a dominare il ricco mercato della bassa orbita (fino a 500 - 1000 km dal suolo) e agenzie come la NASA sottolineano che tra loro rimane un vincolo di clientela per ora confinato alla questione dei satelliti. Tuttavia espansionisti come Musk (ma anche gli altri) non si accontentano e puntano a Luna e Marte.

La corsa allo spazio che innesta nel suo sviluppo l'aspetto privato, si distacca dal concetto di collaborazione, quella che ha portato a costruire la ISS (*International Space Station*) con un concerto di

nazioni mai visto prima, dall'Europa agli USA, dal Canada al Giappone. L'animo degli industriali è spesso orientato più alla competizione che alla nuova filosofia collaborativa, la quale ha subito un'inflazione notevole con l'avanzamento delle reti sociali dei decenni scorsi.

2.3. *Il ruolo delle Agenzie Spaziali oggi.*- Attualmente la propensione delle agenzie spaziali sembra essere quella di favorire gli investimenti privati, dal momento che i servizi offerti al consumatore finale risultano i più profittevoli. Lo sviluppo di importanti programmi spaziali richiede investimenti consistenti pertanto, al di là del discorso legato ai privati, la collaborazione tra paesi per la crescita dei singoli paesi è un obiettivo irrinunciabile. Il tema dell'accesso allo spazio ha una rilevanza strategica alla quale i principali attori a livello globale saranno chiamati a dare un chiaro indirizzo politico, industriale e tecnologico che permetta di consolidare il controllo dell'uomo su quanto oggi è soprannominato ottavo continente.

Il tema "accesso allo spazio" si trova ad affrontare numerose sfide relative all'evoluzione del trasporto umano in orbita. Poiché il successo di ciascuno sarà determinato dalla capacità di rispondere alle dinamiche del mercato globale, è necessario valutare le peculiarità degli obiettivi in modo da trovare soluzioni specifiche non soltanto sul piano industriale, ma anche su quello commerciale, tecnologico e politico.

Lo sviluppo e l'utilizzo di complessi sistemi spaziali concorrono all'efficacia dei servizi offerti in settori che spaziano dalla sicurezza alla difesa nazionale, dall'agricoltura alla pesca, in funzione anche della cooperazione con i paesi in via di sviluppo, del monitoraggio dei cambiamenti climatici e delle nuove esigenze legate al mondo dei trasporti e dell'energia.

2.3.1. *NASA e Stati Uniti.*- Gli Stati Uniti hanno il più grande programma spaziale governativo al mondo e sono stati degli attori spaziali *leader* sin dal loro primo lancio satellitare di successo 62 anni fa. La NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) è l'agenzia spaziale nazionale, ma anche altre agenzie e amministrazioni federali hanno importanti programmi spaziali, tra cui dipartimenti di difesa, commercio e *interior*. Il *National Space Council*, istituito nel 2017 presso l'Ufficio esecutivo del Presidente, fornisce direttive strategiche per i programmi spaziali statunitensi. Sono state emanate diverse direttive sulla politica spaziale. C'è una maggiore attenzione all'esplorazione e alla commercializzazione, con direttive che riguarda-

no specificamente l'esplorazione dello spazio umano, la gestione del traffico spaziale e la creazione di una forza spaziale americana. Nel 2019, l'Agenzia per lo sviluppo spaziale è stata istituita come un'organizzazione separata all'interno del Dipartimento della Difesa, nel tentativo di semplificare lo sviluppo delle capacità spaziali militari e promuovere relazioni strategiche con partner commerciali e internazionali.

Nel 2017, gli Stati Uniti hanno stanziato circa 48 miliardi di dollari USA per attività spaziali, per finanziare programmi e attività spaziali civili e militari attuati da più dipartimenti e agenzie governative. Le principali priorità del budget includevano scienza (29% dei finanziamenti), operazioni spaziali (25%) ed esplorazione umana (22%). Programmi importanti includono lo sviluppo dello *Space Launch System* (SLS), il programma di esplorazione lunare e la costruzione del *Gateway*, una stazione spaziale con equipaggio in orbita attorno alla Luna.

Un altro importante programma spaziale governativo è il *National Environmental Satellite Data and Information Service* (NESDIS). Nel 2017, ha ricevuto finanziamenti per circa 2,2 miliardi di dollari, principalmente per le operazioni e lo sviluppo futuro dei sistemi meteorologici satellitari. NESDIS lavora a stretto contatto con attori sia commerciali che internazionali per migliorare la qualità della previsione. È responsabile di una gamma di prodotti di dati per la ricerca scientifica e climatica. Importanti attori di ricerca nel campo delle scienze spaziali, delle scienze della Terra e dell'ingegneria comprendono sia le organizzazioni di ricerca governative e non governative che molteplici istituti di istruzione superiore, come il *Jet Propulsion Laboratory* finanziato dalla NASA e situato presso il *California Institute of Technology*.

Gli Stati Uniti hanno capacità leader di mercato in tutti i segmenti del settore spaziale: produzione e lancio dello spazio, operazioni e applicazioni a valle. Nel 2016 l'industria spaziale americana ha generato ricavi per circa 110 miliardi di dollari. Importanti attività relative al segmento del *downstream* includono le apparecchiature e i servizi relativi alle telecomunicazioni e alla navigazione, che hanno rappresentato circa il 90% delle entrate totali dell'industria spaziale statunitense nel 2016. L'osservazione della Terra ha visto un'imprenditorialità considerevole negli ultimi anni, in particolare nell'analisi dei dati. La NASA e l'Agenzia statunitense per lo sviluppo internazionale (USAID) gestiscono il programma SERVIR, che fornisce dati, modelli

e applicazioni satellitari di osservazione della Terra per assistere il processo decisionale ambientale nei paesi in via di sviluppo.

2.3.2. Agenzia Spaziale Canadese.- A livello tecnologico le competenze canadesi comprendono telecomunicazioni, osservazione della Terra, radar ad apertura sintetica (SAR) e sistemi di visione computerizzata, produzione aerospaziale e robotica. Nel 1962 il Canada fu il terzo paese a realizzare un proprio satellite (Alouette-1), che fu portato in orbita dalla NASA, ed è attualmente un membro attivo delle missioni internazionali di osservazione scientifica e terrestre. È uno dei paesi partner della Stazione Spaziale Internazionale e ha anche annunciato la sua partecipazione all'iniziativa *Gateway* della NASA, l'avamposto da costruire in orbita attorno alla Luna. Sotto l'autorità del Dipartimento per l'innovazione, la scienza e lo sviluppo economico (ISED), l'Agenzia Spaziale Canadese (CSA) è responsabile del coordinamento delle politiche e dei programmi spaziali in Canada.

Il quadro delle politiche spaziali del 2014 offre cinque principi fondamentali che aiutano a guidare le priorità del governo canadese per il suo programma spaziale. Questi principi fondamentali includono la necessità di garantire che gli interessi canadesi e la competitività del settore privato siano supportati attraverso il programma spaziale e un focus sulla valorizzazione delle capacità chiave attraverso le sue attività spaziali. Nel marzo 2019 è stata lanciata una strategia spaziale governativa, che evidenzia l'importanza della scienza e dell'esplorazione spaziali, del sostegno e dell'innovazione del settore e dell'uso delle tecnologie spaziali per affrontare le sfide della società (ad esempio, portare la connettività in aree remote e fare ricerca sui cambiamenti climatici).

Importanti priorità canadesi a lungo termine sono le missioni di osservazione della Terra con i satelliti del programma *Radarsat* (primo satellite lanciato nel 1995), che forniscono immagini radar ad apertura sintetica per la sorveglianza marittima, la gestione delle catastrofi e il monitoraggio degli ecosistemi. Il Paese ha inoltre stipulato accordi formali di cooperazione con l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) dalla fine degli anni '70, che consentono alle società canadesi di accedere al mercato europeo.

Nel 2017 il budget dell'Agenzia Spaziale Canadese ammontava a 339 milioni di CAD (249 milioni di USD), con una diminuzione del 3% in termini reali rispetto al 2008. Il 36% del budget era dedicato a "dati spaziali, informazioni e servizi", il 30% all'esplorazione dello

spazio e il 19% alla “futura capacità spaziale canadese”. Gli impegni nei programmi ESA rappresentavano circa il 10% del budget.

Importanti attori della ricerca e dell'innovazione includono la *Canadian Space Agency* e il *National Research Council*, che supportano numerosi laboratori e centri in tutto il paese. Inoltre, *Natural Resources Canada* e *Defence Research and Development Canada* svolgono un ruolo importante nella memorizzazione e nell'elaborazione dei dati di osservazione della Terra e nell'innovazione della tecnologia militare. Trentasei università in tutto il Canada svolgono un'importante quota di ricerca e sviluppo nel settore spaziale.

Il Canada ha diversi meccanismi di finanziamento per la fornitura di banda larga rurale. L'*Arctic Inuvik Satellite Station Facility* è stato recentemente collegato alla principale rete di telecomunicazioni tramite un cavo ottico ad alta velocità da 1000 km, per attirare operatori di stazioni terrestri e beneficiare del crescente numero di satelliti in orbita polare bassa. Le attività di assistenza allo sviluppo legate allo spazio si sono concentrate principalmente sull'abilitazione e la facilitazione dello sviluppo delle imprese locali e sullo sviluppo di reti di telecomunicazione.

2.3.3. *Cina.*- Dal suo primo lancio di successo nel 1970, la Repubblica Popolare Cinese ha ampliato le sue capacità in tutti i tipi di attività spaziali. È uno dei soli tre paesi ad aver mandato astronauti in orbita. La *China National Space Administration*, sotto il Ministero dell'Industria e dell'*Information Technology* e l'Esercito di liberazione popolare (PLA) sono responsabili rispettivamente delle attività spaziali civili e militari. Un numero crescente di attori privati sta comparso nel settore, pur rimanendo sotto il controllo rigoroso del governo.

Altri attori importanti includono il *National Space Science Center* dell'Accademia cinese delle scienze, e le imprese statali *China Aerospace Science Technology Corporation* (CASC) e *China Aerospace Science and Industry Corporation* (CASIC). Si stima che la Cina abbia assegnato nel 2017 circa 9,3 miliardi di USD per attività spaziali. Ciò tiene conto di ingenti investimenti nelle tecnologie dei veicoli spaziali e dei voli spaziali umani, come il lavoro per finalizzare la Stazione Spaziale Cinese, programmata per essere operativa nel 2022, e lo sviluppo del lanciatore super pesante destinato a Marte e alle missioni lunari nel 2030.

Con 34 lanci orbitali nel 2019, un terzo di tutti gli eventi di lancio mondiali del 2019, il Paese ha condotto più lanci spaziali annuali che mai. Le attività scientifiche sono sempre più ambiziose. La Cina ha attualmente il secondo numero più alto di missioni di osservazione della Terra operative, dopo gli Stati Uniti (una ventina di missioni nazionali e multilaterali). Nel 2018, è diventato il primo paese a sbarcare con successo un rover sul lato opposto della Luna. Inoltre, il satellite di fisica quantistica "Micius" ha trasmesso con successo coppie di fotoni intrecciati (*entangled*) tra stazioni di Terra in Cina e Austria, un primo passo per garantire comunicazioni crittografate a lunga distanza. La prima missione cinese su Marte, Tianwen-1, è stata lanciata con successo a Luglio 2020 ed è entrata in orbita marziana il 10 Febbraio 2021.

Il più recente piano quinquennale della Cina per lo sviluppo economico e sociale per il periodo 2016-2020 pone come priorità la costruzione accelerata di un'infrastruttura spaziale civile nazionale per l'osservazione della Terra, le comunicazioni mobili a banda larga e lo sviluppo della tecnologia spaziale. C'è anche una maggiore attenzione ai ritorni socio economici degli investimenti nello spazio, con sforzi rafforzati per sviluppare applicazioni spaziali per uso governativo, civile e commerciale. La Cina ha attività guidate dal governo in tutti i segmenti dell'industria spaziale. CASC e CASIC sono i principali attori nella produzione e nella commercializzazione di prodotti e servizi all'estero. La commercializzazione delle attività spaziali è una priorità crescente in Cina e nel 2014 il governo ha aperto il settore spaziale al capitale privato.

Sono state create dozzine di aziende, destinate principalmente al mercato in crescita di satelliti molto piccoli. Ciò include, ad esempio, i produttori di veicoli di lancio *LandSpace*, *Space* e *OneSpace* e i produttori di nanosatelliti *MinoSpace* e *Spacety*. *LandSpace* ha effettuato il suo primo tentativo di lancio orbitale nell'ottobre 2018, con il piccolo lanciatore satellitare Zhuque-1, che trasportava un carico utile prodotto da *MinoSpace*. Questo è stato il primo lancio privato della Cina nello spazio. Nel 2016, il settore manifatturiero cinese, dominato da imprese statali e controllate dallo Stato, ha registrato ricavi per circa 22,9 miliardi di CNY (3,4 miliardi di USD).

Anche per quello che concerne il segmento del *downstream*, la Cina ha visto crescere il numero di attori privati, come l'operatore satellitare di osservazione della terra *Chang Guang Satellite Technology*,

con la costellazione di Jilin. Le start-up sono attive anche in altri segmenti *downstream*, compresa l'analisi dei dati.

La quota di produzione scientifica della Cina è notevolmente aumentata negli ultimi 10-15 anni ed è superata solo da quella degli Stati Uniti. Questo fa parte di una tendenza più generale di aumento dell'attività editoriale cinese e di brevetti in tutti i settori allo stesso tempo. La Cina è stata destinataria di numerosi progetti di assistenza allo sviluppo ufficiali nel settore spaziale tra il 2000 e il 2016, concentrandosi principalmente sulla gestione ambientale, l'agricoltura e lo sviluppo rurale. I principali donatori erano il Regno Unito e la Germania.

2.3.4. *Australia.* - In un'epoca in cui i privati si fanno sempre più strada viene spontaneo pensare a come i servizi offerti dalle agenzie vengano meno e vadano a scemare lentamente. In realtà, come già accennato sopra, non si tratta di passare dal pubblico al privato in maniera netta, ma di gestire un nuovo assetto in cui i privati si fanno sempre più strada ed eventualmente il ruolo delle agenzie cambia, ma senza venir meno.

Non stupisce quanto avvenuto in Australia, una delle più importanti nazioni a livello mondiale, ma senza un'agenzia spaziale fino all'anno scorso. Ne ha istituita una per supportare l'attività del paese nel settore industriale collegato allo spazio, un traguardo che l'industria spaziale australiana ha perseguito per decenni.

Sebbene ci sia ancora molto lavoro di valutazione da condurre, un punto è emerso chiaro e ben definito: l'istituzione di un'agenzia spaziale australiana è stata necessaria e inevitabile. Prima dell'istituzione definitiva, il governo australiano ha emesso una nota ufficiale in cui si legge che un'agenzia spaziale nazionale assicurerà un piano a lungo termine per supportare lo sviluppo e l'applicazione delle tecnologie spaziali e la crescita dell'industria collegata sul territorio nazionale.

Quello del continente australiano è stato senza ombra di dubbio un *follow-up* notevole e, anche se apparentemente l'enfasi sarà posta sull'uso commerciale dello spazio, i ricercatori puntano a valorizzare soprattutto gli aspetti puramente scientifici.

Nonostante i modesti finanziamenti e l'enfasi posta sulla tecnologia applicata, la decisione di istituire l'agenzia è un punto di riferimento importante per l'industria e la scienza australiana.

In passato, più volte è stato avanzato il tentativo di istituire una propria agenzia spaziale, ma l'idea ha acquistato importanza quando il governo ha istituito il gruppo di esperti per valutare le capacità

effettive dell'industria spaziale nazionale. Il gruppo è stato incaricato di sviluppare un piano a lungo termine per far crescere questo importante settore.

Una certa attenzione alla scienza spaziale in Australia emerge dalle squadre che hanno progettato e costruito piccoli satelliti per studi che vanno dall'osservazione della Terra all'astrofisica, pur delegando ad altri paesi il compito del lancio.

La speranza della comunità scientifica australiana è quella di avviare programmi in grado di migliorare i propri satelliti e partecipare a missioni internazionali più ampie.

2.3.5. *ESA-Contesto Europeo.-*



Fig. 3: Una Sala di Controllo presso il centro ESA ESOC - Fonte: ESA archive

L'interazione delle dinamiche internazionali va esaminata tenendo in considerazione il contesto geopolitico, nel quale la posizione storica delle grandi potenze spaziali come Stati Uniti e Russia, e l'emergere di nuovi attori, primo fra tutti la Cina, potrebbero minare la capacità dei governi e dell'industria europei di sostenere dei servizi di accesso allo spazio all'altezza della missione.

La consapevolezza dell'importanza di una capacità europea di accesso allo spazio è antecedente non solo alla formulazione della politica spaziale europea, ma anche alla creazione delle stesse ESA (*European Space Agency*) ed UE (Unione Europea) (1975 e 1993). I paesi pionieri delle attività spaziali (principalmente Francia, Germania, Italia e Regno Unito) sin dagli anni Sessanta hanno dato vita ad una

cooperazione intergovernativa che ha avuto come fulcro due organizzazioni: ELDO (*European Launcher Development Organization*) ed ESRO (*European Space Research Organization*). La storia intrecciata di questi due enti fu particolarmente travagliata per via di molteplici difficoltà di coordinamento. Inizialmente ELDO si concentrò sullo sviluppo del lanciatore “Europa-I” per la messa in orbita di un piccolo satellite sperimentale ad orbita bassa (LEO) realizzato da ESRO, successivamente i progetti hanno preso una piega in linea con la ricerca di soluzioni tecnologiche utili al lancio di satelliti più grandi in orbita geostazionaria (GTO) e dedicati alle telecomunicazioni. ELDO passò dunque allo sviluppo del più potente lanciatore “Europa-II” seppur con un passo più lento rispetto a quello dei lavori sui satelliti fatto da ESRO. La corsa alle telecomunicazioni satellitari si rivelò utile alla sopravvivenza di ESRO, che a partire dal 1968 mise in orbita satelliti sperimentali per le telecomunicazioni con lanciatori americani. ELDO invece, dopo i fallimenti dei lanci di “Europa-I”, fallì nell’unico lancio di “Europa-II”, che nel 1971 esplose in volo, mandando in frantumi l’interesse della maggior parte dei suoi sostenitori.

Nel frattempo, la Francia, convinta che gli Stati Uniti sarebbero stati disposti a lanciare i satelliti europei solo fino a quando questi fossero stati di natura sperimentale annunciò lo sviluppo del lanciatore “L3S”. Effettivamente, nel corso degli anni Settanta, la politica per i servizi di lancio forniti a paesi terzi adottata dalla NASA si fece progressivamente più rigida in termini di calendarizzazione dei lanci e di eleggibilità dei satelliti da lanciare. La Francia e la Germania sperimentarono sulla loro pelle tali restrizioni in occasione del progetto bilaterale “Symphonie”, per il quale si impegnarono in due anni di negoziazioni con la NASA (1972-1974). In questo contesto di dipendenza dagli Stati Uniti, la Francia propose nel 1973 di trasformare il lanciatore “L3S” in un programma europeo nell’ambito della nascente ESA, in cui ELDO ed ESRO confluirono nel 1975. Il lanciatore che ne derivò prese il nome di “Ariane” e volò per la prima volta nel dicembre 1979. A seguito del successo dell’operazione, venne creata nel 1980 la società Arianespace, con l’obiettivo di gestire e commercializzare il lanciatore.

Da quel momento, ben cinque differenti vettori, “Ariane 1”, “Ariane 2”, “Ariane 3”, “Ariane 4” ed “Ariane 5”, si sono succeduti nella famiglia di lanciatori europei, effettuando oltre 200 lanci e guadagnandosi negli anni una quota rilevante del mercato commerciale

globale. Nel corso del 2011, la famiglia Ariane si è allargata con l’entrata in funzione di “Vega” e “Soyuz”.



Fig. 4: Ariane 5 - Fonte: ESA archive

2.3.5.1. I lanciatori europei: gli aspetti industriali e tecnologici.-

La famiglia di lanciatori di Arianespace comprende il lanciatore pesante “Ariane 5”, il medio “Soyuz” ed il leggero “Vega”, che opereranno fianco a fianco nel porto spaziale europeo della Guyana francese di Kourou. La sinergia tra differenti categorie di lanciatori dovrebbe garantire performance e flessibilità consentendo di coprire l’intera gamma dei requisiti di lancio.

Ariane 5, operativo dal 1999, effettua le missioni istituzionali e commerciali più complesse nelle sue due diverse configurazioni: la prima, con capacità di lancio di 10 tonnellate per l’orbita geostazionaria, è adatta al lancio di satelliti pesanti per le telecomunicazioni; la seconda, con capacità di 20 tonnellate in orbita bassa per il lancio del veicolo automatico di trasporto (ATV) per il rifornimento della ISS. Per andare incontro alle esigenze degli utenti, in termini di massa del satellite e di orbita da raggiungere, Ariane 5 consente sia lanci con due satelliti (definiti anche lanci doppi) sia lanci singoli per i carichi più

sofisticati. I lanci doppi permettono di abbassare il prezzo applicato ai clienti, tuttavia richiedono maggiori sforzi di coordinamento dei lanci. Si tratta di due problemi che oggi influenzano la capacità di Ariane 5 di rimanere competitivo sul mercato.

Il nodo da sciogliere relativo ad Ariane 5 riguarda la questione se sia meglio sviluppare un altro lanciatore pesante capace di mettere in orbita due satelliti o uno che effettui lanci singoli. La scelta sembra propendere a favore di un lanciatore di dimensioni più ridotte e per lanci singoli, in grado di ridurre i costi adattandosi alla crescente domanda di servizi di lancio per satelliti di peso medio. L'alternativa è rappresentata dal russo *Soyuz*. Il Consiglio ministeriale dell'ESA si è trovato di fronte alla scelta di non dover solo operare tra le due opzioni, ma anche decidere se avviare e finanziare un relativo programma preparatorio.

Sono state messe in moto anche soluzioni a medio termine, l'Ariane 5 *Midlife Evolution* (ME), più performante e versatile, il quale, grazie alla capacità di riaccendere il motore, una volta posizionato un satellite, consentirà lanci duali su uno spettro più ampio di orbite. Ariane 5 ME assorbe in un solo lanciatore le funzionalità delle due attuali e diverse configurazioni di Ariane 5, riducendo i costi.

Il vettore di fabbricazione russa *Soyuz* è entrato a far parte della famiglia dei lanciatori europei grazie ad un accordo sottoscritto da ESA e Russia nel gennaio 2005. La versione europea di *Soyuz*, il vettore più usato al mondo, è stata adattata per i lanci da una latitudine equatoriale, e prende il nome di *Soyuz ST*. Idoneo ai lanci di satelliti fino a 3,2 tonnellate in orbita media e bassa (MEO) è indicato per i satelliti di telecomunicazioni di medio peso, di navigazione, di osservazione della Terra e di ricerca scientifica. *Soyuz* non potrà tuttavia sostituire Ariane per missioni che richiedano una maggiore potenza, o che abbiano un elevato valore politico-strategico. Poiché *Soyuz* non è un lanciatore propriamente europeo, è preferibile evitare il rischio di trasferimenti di informazioni e tecnologie quando il carico utile sia particolarmente sensibile da un punto di vista militare. Inoltre, poiché l'impegno alla fornitura del lanciatore da parte della Russia è limitato nel tempo, nel lungo periodo dovrà essere sostituito da un nuovo lanciatore europeo.

Il piccolo lanciatore Vega, nato da un'iniziativa italiana, è divenuto programma opzionale dell'ESA con la decisione del Consiglio ministeriale nel 1998 ed è destinato soprattutto al mercato istituzionale di piccoli satelliti e micro-satelliti. A differenza della maggior parte

dei lanciatori piccoli, sarà in grado di immettere in orbita bassa più carichi utili contemporaneamente. Rappresenta la soluzione ideale per la messa in orbita di satelliti scientifici ambientali o per il monitoraggio del territorio fino a 1,5 tonnellate di peso, o per la sostituzione di satelliti all'interno di una costellazione, evitando i ritardi connessi al lancio doppio.

I tre lanciatori europei vengono sviluppati, prodotti e gestiti in base ad un sistema di appalti che prevede un capocommesso per ogni lanciatore, responsabile dello sviluppo e della produzione del vettore che poi consegna ad Arianespace. Quest'ultima si occupa della commercializzazione dei lanciatori e delle operazioni, adattando i vettori in base ai requisiti delle missioni. I prodotti e le tecnologie di lancio sono particolarmente sensibili perché caratterizzati da una notevole prossimità tecnologica ai missili balistici intercontinentali di uso militare. Pertanto, a livello mondiale, la commercializzazione delle attività spaziali ed i programmi in cooperazione tra diversi paesi pongono il problema della compatibilità dell'esportazione con interessi di sicurezza nazionale. Per farvi fronte, i paesi in questione devono adottare apposite regolamentazioni che precludono o sottopongono a debite procedure di autorizzazione il loro trasferimento.

2.4. La dimensione istituzionale e commerciale.- Negli ultimi trent'anni l'accesso indipendente europeo allo spazio ha portato al successo di numerose missioni istituzionali civili e militari, nonché alla soddisfazione della domanda proveniente dal mercato commerciale di satelliti. Tuttavia, lo sviluppo della filiera di lanciatori europei ha risposto a priorità di carattere strategico e non di mercato. Infatti, fino agli anni Novanta i principali attori spaziali erano gli stati che finanziavano sistemi satellitari al servizio della difesa, della sicurezza, dell'economia e della scienza. Solo in un secondo momento, quando le prime organizzazioni per le telecomunicazioni satellitari vennero privatizzate, si profilò la possibilità di commercializzare le attività di lancio.

La significativa diffusione dei satelliti per le telecomunicazioni ha contribuito al successo commerciale su scala mondiale di Arianespace, a cui è stata affidata la maggior parte dei lanci. Ancora oggi, la Russia e l'Europa rappresentano i maggiori fornitori di servizi di lancio per le società private. Dal punto di vista istituzionale, invece, considerati i tagli generalizzati alla spesa pubblica in tutti i maggiori paesi europei e le nuove forme di cooperazione tra enti pubblici e società private per

lo sviluppo e la gestione di sistemi satellitari, i lanci governativi stanno subendo un certo declino. In un'ottica comparativa, negli ultimi due anni il numero di lanci istituzionali europei è irrisorio rispetto a quelli di Stati Uniti, Russia e Cina. Sistemi di osservazione come Copernicus (ex GMES, *Global Monitoring for Environment and Security*), e di navigazione, come Galileo, potrebbero rappresentare un'inversione di rotta.

Dato il limitato contributo dei lanci istituzionali, al fine di mantenere l'autonomia acquisita nel trasporto spaziale, Arianespace dovrà necessariamente intercettare parte rilevante della domanda commerciale globale. Infatti, un numero elevato di lanci contribuisce all'affidabilità ed alla sostenibilità dell'intero sistema europeo di accesso allo spazio. Un lanciatore può essere considerato affidabile se effettua cinque o sei lanci all'anno, i quali permettono di conservare le elevate competenze ingegneristiche, attività di ricerca e sviluppo continue, un ciclo industriale efficiente, la funzionalità e la sicurezza delle operazioni, la manutenzione del porto spaziale. Tutti questi elementi, dunque, contribuiscono alla probabilità di successo del lancio.

I lanci istituzionali diminuiranno rispetto al passato e potranno non soddisfare i requisiti minimi di affidabilità della filiera europea. In base ad alcune stime, Ariane 5, *Soyuz*, Vega e le loro eventuali evoluzioni potrebbero essere in grado di soddisfare la domanda, ma oggi si trovano a competere sempre più con i lanciatori di altri paesi e di società private. La domanda mondiale di lanci seguirà le tendenze dei servizi spaziali, principalmente ottenuti via satelliti di grossa e media taglia, per le telecomunicazioni in orbita geostazionaria, e satelliti di media e piccola taglia, per l'osservazione della Terra e missioni scientifiche in orbita bassa. La crescente domanda per servizi spaziali non coincide con lo sviluppo di più satelliti e con un aumento dei lanci, bensì con la costruzione di satelliti più potenti, pesanti, duraturi e tecnologicamente avanzati, organizzati in piccole costellazioni. Le stime confermano che i satelliti destinati all'orbita geostazionaria rimarranno predominanti, almeno i due terzi del totale.

L'Europa dovrà quindi scegliere una strategia equilibrata di lanci istituzionali e commerciali considerando che l'obiettivo è di mantenere un accesso autonomo allo spazio, identificare le migliori condizioni di lancio per gli attori istituzionali europei e adottare un piano di evoluzione di Ariane 5 e di sostituzione di *Soyuz*, in grado di rispondere ai requisiti tecnologici e commerciali dei satelliti del futuro.

2.5. *La Stazione Spaziale Internazionale.-*



Fig. 5: Stazione Spaziale Internazionale - Fonte: NASA archive

Le competenze e l'esperienza europea hanno svolto e svolgono un ruolo fondamentale nello sviluppo e nell'utilizzazione della Stazione Spaziale Internazionale (ISS), una piattaforma orbitante che ha ampliato i confini della scienza e della tecnologia verso nuove ed emozionanti direzioni. Un gigantesco laboratorio spaziale, spesso visibile a occhio nudo durante i suoi passaggi notturni, orbita a circa 400 chilometri dalla superficie terrestre ed è la base operativa di un gruppo internazionale di astronauti. Questo complesso titanico che orbita attorno alla Terra costituisce la spina dorsale dello sviluppo e della realizzazione delle future esplorazioni spaziali. La ISS è di gran lunga il più importante e impegnativo programma di costruzione cooperativa mai intrapreso e deve gran parte del proprio successo al sostegno attivo offerto dall'ESA e dagli altri Paesi partecipanti.

Questo straordinario progetto nasce nel 1984, quando Europa, Giappone e Canada decidono di prendere parte a una proposta avanzata dagli USA. Nel 1993 la Russia aderisce al gruppo diventandone il quinto partner internazionale. L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) rappresentava 10 paesi europei che sostengono finanziariamente il programma (Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Norvegia,

Paesi Bassi, Spagna, Svezia, e Svizzera). Di rilievo il fatto che l'Italia, oltre alla sua partecipazione agli sviluppi effettuati in ambito ESA, abbia svolto un ruolo di assoluto rilievo sulla base di un accordo diretto di partecipazione con gli USA.

2.5.1. *Come è fatta la ISS ed il contributo europeo.*- In questa sezione tratteremo le varie componenti della Stazione Spaziale Internazionale, dalle loro funzioni alla gestione delle stesse, sia dal punto di vista tecnologico che logistico.

2.5.1.1. *Nodo 2 e 3.*- Il Nodo 2 (di cui l'astronauta italiano Paolo Nespoli ha svolto il compito di supervisore nelle fasi di assemblaggio e installazione) e il Nodo 3 (6,7 m di lunghezza per 4,5 m di diametro) sono dei componenti cilindrici propedeutici all'assemblaggio in orbita del laboratorio di ricerca europeo Columbus e di altri elementi del complesso orbitante. I Nodi connettono i laboratori e i portelli di attracco per i veicoli spaziali in visita e ciascuno di essi ha una sezione interna per lo stoccaggio di apparecchiature e altro materiale. I Nodi sono stati realizzati in Italia per la NASA e finanziati dall'ESA, come parte di un accordo fra l'ASI, l'ESA e la NASA. Offrono importanti risorse per la connessione e la gestione operativa della ISS, oltre a funzionalità di produzione di acqua e generazione di ossigeno per il segmento americano della Stazione e spazio di stivaggio per le attrezzature. A seguito della fornitura dei due Nodi dell'ESA, la NASA si è impegnata a lanciare in orbita il laboratorio europeo Columbus, il quale offre agli astronauti europei l'opportunità di lavorare in condizioni di microgravità. Grazie a questo laboratorio è possibile condurre centinaia di esperimenti di scienza della vita, scienza dei materiali, fisica dei fluidi e moltissime altre discipline, tutti in assenza di peso.

2.5.1.2. *Columbus.*- Il laboratorio Columbus è il principale contributo dell'ESA alla ISS. La sua progettazione, così come la disposizione, è simile a quella dei tre moduli logistici polivalenti (MPLM, Multi-Purpose Logistic Module) realizzati dall'industria italiana quale contributo dell'ASI nell'ambito della collaborazione con la NASA ed utilizzati per il trasporto di esperimenti scientifici, materiali e rifornimenti verso la ISS per mezzo dello Space Shuttle. A differenza dei moduli logistici temporanei che fanno il viaggio di andata e ritorno a Terra nella stiva di carico di uno Shuttle, Columbus è una parte permanente dell'avamposto orbitante. Il laboratorio è stato

progettato per collegarsi al resto della Stazione Spaziale per mezzo del modulo Nodo 2/*Harmony*. La sua flessibilità fornisce ai ricercatori con base a terra, aiutati dall'equipaggio della Stazione, la possibilità di condurre centinaia di esperimenti nell'ambito della biologia, della scienza dei materiali, della fisica dei fluidi e di ogni altra ricerca che possa trarre vantaggio dallo svolgimento in un ambiente a microgravità. Gli esperimenti da svolgere nel vuoto dello spazio possono essere condotti all'esterno della cabina del Columbus, grazie alle quattro piattaforme di montaggio dedicate agli esperimenti tecnologici, all'osservazione della Terra e all'osservazione dello spazio. Il laboratorio Columbus monta fino a 10 moduli, detti "armadi" e dedicati ad esperimenti scientifici all'avanguardia. Columbus dispone di un centro di controllo dedicato dislocato a Oberpfaffenhofen, presso Monaco di Baviera, in Germania. Da questo centro, i controllori da Terra possono comunicare con il laboratorio mentre la ISS orbita attorno alla Terra, ma anche con gli altri ricercatori europei nei centri di supporto operativo e utenza e con quelli di Stati Uniti e Russia.

2.5.1.3. *Moduli per missioni logistiche alla ISS.*- L'ATV (*Automated Transfer Vehicle* - Veicolo di Trasferimento Automatizzato) portato in orbita da un vettore Ariane V, lanciato dallo spazioporto europeo nella Guyana francese, è un veicolo per il trasporto di materiale privo di equipaggio. È completamente automatizzato e rifornisce regolarmente l'ISS di propellente, cibo e altri beni di necessità. Sebbene l'ATV non sia abilitato al trasporto di personale, gli astronauti hanno accesso alla sua stiva e ai suoi sistemi durante i sei mesi di attracco alla ISS.

L'ATV è il veicolo spaziale più complesso mai sviluppato in Europa e il suo ruolo è fondamentale per supportare su base regolare le operazioni a bordo. Sebbene gli ATV non possano essere usati per trasportare personale, gli astronauti hanno accesso al carico trasportato e ai sistemi della navetta durante i sei mesi nei quali ogni veicolo rimane attraccato alla ISS. I motori dell'ATV sono accesi periodicamente per contribuire al mantenimento della corretta altitudine orbitale da parte della Stazione Spaziale. Al termine della sua vita utile in orbita, l'ATV verrà riempito di rifiuti prima di essere sganciato e inviato in un'orbita di rientro che ne assicurerà un'innocua disintegrazione sulle acque dell'oceano. Il primo ATV è stato battezzato Jules Verne, in onore del padre della letteratura fantascientifica.

A questo sistema nel 2009 si è aggiunto il Braccio Robotico Europeo (ERA) della lunghezza di 11 metri. Portato sulla ISS nel 2009, per mezzo di un vettore russo (*Proton*), è stato agganciato al Laboratorio Polifunzionale Russo (MLM). Tra i suoi numerosi usi ci sono l'installazione dei pannelli solari e le operazioni di ispezione e assemblaggio relativi al segmento russo della ISS.

Prima dell'entrata in operazione degli ATV Europei, le missioni logistiche erano effettuate tramite i MPLM, menzionati all'inizio del precedente paragrafo e nel capitolo successivo e portati alla ISS dallo Space Shuttle. Alla conclusione delle loro missioni, gli ATV, sono stati rimpiazzati da moduli logistici, sviluppati sulla base della politica di apertura al privato varata dalla NASA, uno dei quali, il *Cygnus*, vede una relevantissima presenza dell'industria italiana a fianco all'americana Orbital Science Corporation.

2.5.1.4. *La Cupola.*- Infine la Cupola, un modulo di osservazione e controllo costruito in Europa sotto la guida italiana nell'ambito di un accordo di scambio con la NASA. Collegata al Nodo 3, pesa 1,8 tonnellate, ha circa due metri di diametro e un'altezza di circa 1,5 metri. Il modulo presenta un ambiente di lavoro "a manica di camicia" con sei finestre di forma trapezoidale e una finestra circolare sul lato superiore di circa 80 cm di diametro. Ciascun oblò è stato realizzato utilizzando tecnologie molto avanzate per proteggere i pannelli di silicio fuso da anni di esposizione alle radiazioni solari e dall'impatto con detriti spaziali. Oltre a contenere le postazioni di comando e controllo e altre attrezzature, la Cupola offrirà agli astronauti in orbita un punto di vista panoramico, sia per la guida delle operazioni all'esterno della Stazione Spaziale che per l'osservazione della Terra. La Cupola è uno dei punti preferiti della ISS, la si usa per una varietà di applicazioni scientifiche nel settore delle osservazioni della Terra, dell'atmosfera e dell'universo, oltre a offrire importanti benefici psicologici all'equipaggio.



Fig. 6: La Cupola - Fonte: NASA archive

2.5.1.5. *Lavorare con la Microgravità.*- L'ambiente unico della Stazione Spaziale offre l'opportunità di vivere e lavorare in un laboratorio orbitante in assenza di peso. La ISS fornisce un'opportunità senza precedenti per studiare un mondo privo di gravità. Questo è importante perché sulla Terra la gravità influenza quasi tutti i processi biologici, fisici e chimici, quindi lavorare in queste condizioni consente agli scienziati di rivelare la parte più intima dei fenomeni naturali. Una migliore comprensione di fenomeni come il ciclo di crescita delle piante, degli animali e la biologia degli esseri umani risultano decisivi per ulteriori scoperte a vantaggio dell'intera umanità. L'osservazione degli effetti della microgravità sugli esseri umani nello spazio ci fa capire meglio i meccanismi alla base di un gran numero di seri problemi medici riscontrati sulla Terra, come i problemi cardiovascolari, l'osteoporosi, i disturbi dell'equilibrio e la lombalgia. La ricerca svolta sulla ISS può dunque aiutare a sviluppare possibili cure per i disturbi associati. La microgravità cambia radicalmente il comportamento del corpo umano e lo studio di questi effetti sta portando a risultati interessanti circa la salute umana, la prevenzione delle malattie e il loro trattamento. Alcuni problemi medici che devono essere tenuti in

conto per consentire la permanenza degli astronauti nello spazio possono essere correlati agli effetti dell'invecchiamento e dell'immobilità sui pazienti. Dal momento che i governi europei si trovano a fronteggiare la realtà dell'invecchiamento della propria popolazione, questa ricerca può dimostrarsi cruciale per contribuire a limitare le spese sanitarie nel prossimo futuro. Le apparecchiature sviluppate per mantenersi in forma nello spazio e per il monitoraggio remoto della salute degli astronauti sono inoltre sempre più spesso adattate per l'uso negli ospedali e nei centri medici.

La ricerca medica sulla Stazione Spaziale è anche la tappa di passaggio verso la Luna e Marte. Sappiamo già che vivere in assenza di peso causa l'indebolimento di ossa e muscoli. Se gli esseri umani un giorno viaggeranno verso pianeti come Marte, è necessario comprendere gli effetti di viaggi così lunghi sul corpo umano. La ISS consente agli scienziati di studiare questi effetti e fornisce soluzioni per viaggi nello spazio di lunga durata. Le tecnologie attualmente sviluppate per la ISS, come per esempio i sistemi per il supporto della vita e gli strumenti diagnostici avanzati, saranno utili per le missioni degli astronauti del futuro. Il laboratorio orbitante può dimostrarsi estremamente utile per ottimizzare i procedimenti di fabbricazione degli impianti produttivi sulla Terra. Le condizioni di microgravità consentono, per esempio, agli scienziati di studiare le proprietà dei materiali e la fisica di solidificazione e fusione in modi completamente nuovi. Tali esperimenti possono condurre alla scoperta di nuovi prodotti industriali che potranno essere utilizzati sulla Terra. Allo stesso modo, gli esperimenti sulla combustione e sulla fisica dei fluidi aiuteranno a sviluppare nuovi processi industriali con maggiore efficienza energetica o meno inquinanti. Sebbene la motivazione di numerosi studi sia spesso originata da un puro interesse scientifico, le risposte a queste domande possono spesso essere applicate alla soluzione di problemi pratici.

2.5.6.1. *Gli astronauti.*- Gli astronauti europei membri del corpo degli astronauti dell'ESA, già esperti in missioni di lunga durata sulla Stazione Spaziale russa *Mir*, dismessa nel 2001, partecipano regolarmente alle missioni verso la ISS. Oltre a supportare i voli di assemblaggio della Stazione Spaziale, gli astronauti europei ora sono membri regolari degli equipaggi internazionali permanenti. L'ESA addestra i propri astronauti presso lo *European Astronaut Centre* (EAC) di Colonia in Germania. Qui anche gli astronauti di altri paesi

partner ricevono la formazione per l'utilizzo degli elementi europei della ISS, come il laboratorio Columbus. Il ruolo che giocano è determinante per il futuro spaziale dell'Europa. Infatti, non si tratta soltanto di accumulare esperienza nelle attività operative della ISS ma anche di un investimento per un futuro ipotetico che potrebbe vedere cittadini europei sulla Luna e tra i primi esploratori a mettere piede su Marte.

In futuro, gli scienziati a bordo della ISS, trascorreranno la maggior parte del proprio tempo lavorando su esperimenti. Sebbene numerosi esperimenti siano totalmente automatizzati, gli astronauti dovranno comunque monitorarli, effettuare regolazioni in tempo reale o reagire a eventuali problemi imprevisti. Oltre a lavorare sugli esperimenti e a interagire con gli scienziati a Terra, le responsabilità degli astronauti includono anche la manutenzione e, se necessario, la riparazione della Stazione Spaziale e delle sue attrezzature. Il cambiamento sostanziale invece avverrà in seno alle modalità con cui gli astronauti raggiungeranno la ISS, un risultato da tradurre come conseguenza del nuovo panorama scandito dalla *New Space Economy* e di cui parleremo profusamente in questo lavoro di tesi.

2.5.1.7.- Segmento di terra e il ruolo di ALTEC Oltre alle dotazioni di bordo dell'ISS, l'ESA ha sviluppato un'importante segmento di terra con vari centri di controllo e di supporto per gli utenti della Stazione (USOCs – *User Support and Operations Centres*), attraverso i quali il personale delle industrie e dell'ESA gestirà l'utilizzo e condurrà le operazioni a bordo del Columbus; tra questi centri figura ALTEC.

ALTEC S.p.A. (*Aerospace Logistics Technology Engineering Company*) è una società pubblico-privata con sede a Torino. È un centro per la fornitura di servizi ingegneristici e logistici a supporto delle operazioni e dell'utilizzazione della Stazione Spaziale Internazionale e a supporto dello sviluppo e della realizzazione di missioni di esplorazione planetaria. Costituisce un centro di eccellenza per la fornitura di servizi ingegneristici e logistici a supporto delle operazioni e dell'utilizzazione della Stazione Spaziale Internazionale e a supporto dello sviluppo e della realizzazione di missioni di esplorazione planetaria.

Oltre al supporto offerto nei confronti della Stazione Spaziale Internazionale, ALTEC fornisce una serie di infrastrutture a favore di ASI, ESA ed altre agenzie spaziali o enti pubblici, comunità scientifiche o industrie.

2.5.2. Il futuro della Stazione Spaziale Internazionale.- La recente possibilità di operare fino al 2024 apre un ampio campo di ricerca sulla ISS e cambia le prospettive degli operatori commerciali. Secondo quanto dice Bill Gerstenmaier, co-amministratore del Direttorato per l'Esplorazione umana e le Operazioni spaziali della NASA, il prolungamento della missione consentirà a chi lavora nel settore di ampliare il programma sperimentale con nuove e ambiziose ricerche. Dati gli innumerevoli risultati scientifici ottenuti tramite questa importantissima infrastruttura spaziale, risulterebbe uno spreco immane mandare in frantumi questo laboratorio orbitante che tuttavia nasce in un contesto diverso rispetto alle dinamiche odierne e che quindi dovrà subire un inevitabile adeguamento alle attuali politiche della *New Space Economy*.

Da quando lo Shuttle è andato in pensione (2011), nel settore delle agenzie spaziali si è aperta un'ampia fetta di mercato privato per sviluppare navicelle cargo in grado di portare sulla ISS rifornimenti ed equipaggio. Ne sono un esempio la capsula *Dragon* costruita da SpaceX e la navicella *Cygnus* della Orbital.

Come già anticipato, la NASA ha da tempo avviato un processo per l'acquisto di posti dedicati al trasporto di missioni commerciali legate alla ISS. I principali interlocutori sono le due società assunte per i servizi di volo spaziale umano verso la ISS: SpaceX e Boeing. La decisione di delegare ai privati non va intesa in modo assoluto, in quanto la NASA si impegna ad acquistare gli sviluppi e l'esecuzione dei servizi realizzati da questi nuovi attori. I posti acquistati in queste missioni private sarebbero da aggiungere ai voli di prova e alle missioni operative che la NASA ha già contratto con queste aziende per quanto riguarda l'equipaggio commerciale. Contrariamente alle "normali" missioni ISS della NASA, della durata di circa 6 mesi, i voli commerciali includeranno un soggiorno di non più di 30 giorni. Una tecnica come questa è solo l'ultima di una serie di mosse della NASA per aprire la ISS alla commercializzazione, mentre il governo degli Stati Uniti tenta di rinnovare l'attenzione dell'agenzia sulle missioni oltre l'orbita terrestre bassa (LEO).

Attualmente la base orbitante ha tutte le carte in regola, dal punto di vista tecnico, per continuare a funzionare a pieno regime fino al 2028. E pensare che l'obiettivo iniziale, ampiamente superato, era di poterla "sfruttare" fino al 2016.

La Stazione Spaziale Internazionale è stata la destinazione degli astronauti "pagati" dal governo ormai da quasi due decenni, ed è stata

abitata continuativamente dagli umani dal 2000. Tra gli ospiti della ISS occorre però menzionare, oltre agli astronauti, 7 Turisti Spaziali, il primo dei quali fu nel 2001 lo statunitense Dennis Tito, che hanno pagato circa 20 M\$ ciascuno per il loro viaggio.

In un primo momento l'amministrazione Trump ha cercato di ritirare completamente i fondi statunitensi per la ISS dal 2024, una proposta che è stata accolta con ovvie critiche da alcuni alti funzionari della NASA che hanno sostenuto che la sicurezza degli astronauti potrebbe essere compromessa dalla risoluzione anticipata del programma. Sin dall'inizio il piano prevedeva come alternativa allo smontaggio o distruzione, una presa in carico da parte di entità commerciali. Poiché l'attuale budget annuale della NASA per l'uso e la manutenzione della ISS è di oltre 3 miliardi di dollari, la fattibilità di un'acquisizione completa da parte di un'entità commerciale è stata, però, messa in discussione. Tuttavia, consentire l'accesso ad astronauti privati a bordo del segmento statunitense prima della disattivazione della Stazione rappresenterebbe un marcato aumento del sostegno del governo USA al volo spaziale umano commerciale. È in base a queste considerazioni che nel dicembre 2018 è stato approvato il *Leading Human Spaceflight Act*, il quale estende il funzionamento della ISS fino al 2030. «Gli Stati Uniti riporteranno gli umani sulla Luna per esplorazione e utilizzazione a lungo termine, missioni che saranno seguite da missioni umane verso Marte e altre destinazioni» (Amministrazione Trump - 2017).

Commercializzando la ISS, si garantirebbe una continua presenza umana degli Stati Uniti nello spazio, investendo inoltre le risorse della NASA per l'esplorazione dello spazio profondo, come le missioni per la futura piattaforma orbitale lunare, il *Lunar Gateway*. La piattaforma orbitale *Lunar Gateway* è una stazione spaziale in orbita lunare destinata a fungere da hub di comunicazione, laboratorio scientifico, modulo di abitazione umana a breve termine e area di sosta per rover e robot. Una volta costruita, questa nuova stazione sarà una parte fondamentale del programma *Artemis* della NASA, che prevede di utilizzare il razzo *Space Launch System* (SLS) e la capsula Orion per inviare missioni umane nella regione del polo sud lunare entro il 2024. La realizzazione di questa impresa costituirebbe una pietra miliare importante per il ritorno della presenza umana sulla Luna, che vide i suoi ultimi visitatori umani nel 1972 (Eugene Cernan e Harrison Schmitt - missione Apollo 17).

Prima dell'amministrazione Trump, quella Obama è stata la prima nella storia degli Stati Uniti a investire nel volo spaziale umano commerciale, istituendo il Programma di equipaggio commerciale della NASA nell'ambito dell'*American Recovery and Reinvestment Act (ARRA)* del 2009. Spostandosi verso la commercializzazione della ISS, l'amministrazione Trump sembra basarsi sulle basi iniziali poste dall'equipaggio commerciale per ulteriori attività commerciali nello spazio, perseguendo contemporaneamente la propria agenda per l'esplorazione dello spazio profondo.

A oggi, la linea temporale del programma *Artemis* della NASA prevede l'atterraggio di un uomo o una donna (o entrambi) sulla Luna entro il 2024, il che coinciderebbe con la linea temporale dell'Agenzia per l'acquisto di voli commerciali di breve durata. Lo sviluppo dei programmi di volo spaziale umano sono notoriamente inclini a ritardi significativi, il che suggerisce che anche con un finanziamento continuo, la data del 2024 per un lancio di *Artemis* potrebbe slittare di qualche anno. Tuttavia, se l'Agenzia continuerà il suo percorso attuale, il prossimo decennio potrebbe essere un momento entusiasmante per il programma spaziale statunitense. Per la prima volta nella storia, la NASA potrebbe inviare astronauti contemporaneamente verso due destinazioni molto diverse: l'orbita lunare e l'orbita terrestre bassa.



Fig. 7: La Terra vista dalla Luna - Fonte: NASA archive

2.6. Osservazione della Terra.- Lo Spazio non è solo affascinante, ma dal primo lancio di un satellite, lo *Sputnik* russo nel 1957, è

diventato un obiettivo sempre più attraente e oggetto di attività. Oltre all'esplorazione dell'*outer space*, il suo utilizzo per diversi scopi è stato al centro dell'interesse di molti fin dall'inizio. Infatti, esso si è trasformato in uno dei campi più importanti e indispensabili delle attività umane, della società e della politica. E sebbene le principali applicazioni siano la comunicazione, la navigazione e l'osservazione della Terra, nel prossimo futuro probabilmente si svilupperà lo sfruttamento delle risorse naturali ("*space mining*").

Oggi i risultati della scienza, delle attività e della tecnologia spaziale sono applicati in innumerevoli settori della vita quotidiana a tal punto che l'umanità dipende da essi. Ognuno di noi utilizza ogni giorno almeno venti diverse applicazioni satellitari, soprattutto nel campo delle previsioni del tempo, della navigazione e della comunicazione; meno visibili, ma altrettanto importanti, sono, ad esempio, le applicazioni per i sistemi di gestione nelle stazioni di trasformazione per l'elettricità.

Va menzionata, inoltre, l'importanza delle applicazioni spaziali per colmare il divario digitale al fine di migliorare lo sviluppo economico e sociale in tutto il mondo. Il 54% della popolazione mondiale non ha accesso a Internet; le cifre rispettive per l'Africa e per l'Europa sono del 75% e del 21%.

Eppure, l'importanza strategica e operativa dell'*outer space* non ha raggiunto il suo apice, ma è in continua crescita. Le parole chiave, soprattutto nel contesto della commercializzazione, sono "*New Space*", "*Astropreneurship*" o "*Space 4.0*", collegate a nuovi modelli di partenariato pubblico-privato. Parallelamente a questo sviluppo, vi è una crescente necessità di un efficace quadro politico, sociale, giuridico, ma anche etico, sia a livello internazionale che nazionale.

Allo stesso tempo, l'intero settore spaziale sta affrontando un gigantesco salto evolutivo sia in termini economici che istituzionali. Sempre più stakeholder sono attivi in tale ambito, il settore privato e quello commerciale sono in crescita, e lo spazio sta diventando sempre più un business "normale", come il settore automobilistico, ad esempio, ma quello più attraente sembra essere il settore dell'osservazione della Terra.

Nei prossimi anni verranno lanciati migliaia di satelliti prevalentemente di piccole dimensioni, basati su tecnologie digitali e che faciliteranno nuovi modelli di business digitali. Ad inizio 2019, 4987 satelliti erano in orbita intorno alla Terra. Più della metà di essi sono utilizzati per scopi di comunicazione come la telefonia, la televisione,

la radio o Internet. Inoltre, i satelliti di navigazione sono della massima importanza in quanto vengono utilizzati in vari settori come il traffico, l'aviazione e l'alto mare. Almeno il 15% dei satelliti opera nel campo dei servizi dell'osservazione della Terra e, negli ultimi decenni, le applicazioni di *remote sensing* si sono costantemente incrementate. Oggi, osservare la Terra via satellite non è solo di interesse politico ed economico, ma anche di estrema importanza per il mondo intero.

Un esempio di rilievo è l'osservazione ambientale. Per mezzo dei satelliti, ad esempio, è possibile monitorare lo sviluppo dello strato di ozono globale e in particolare del buco dell'ozono. Inoltre, l'inquinamento del pianeta Terra, come l'inquinamento dei mari, può essere presentato con precisione. Questo tipo di monitoraggio via satellite permette anche di registrare il cambiamento climatico globale, che potrebbe diventare una minaccia esistenziale per l'umanità e, quindi, una delle questioni ambientali più importanti al giorno d'oggi.

Un'altra importante applicazione dell'osservazione della Terra via satellite è l'agricoltura e la silvicoltura. I dati satellitari permettono un'osservazione ecologicamente sostenibile e, contemporaneamente, la gestione produttiva delle aree agricole. A fronte del costante aumento della popolazione mondiale, l'ottimizzazione dei raccolti è praticamente essenziale per molte regioni del mondo. Il monitoraggio satellitare delle foreste permette di fare ampie dichiarazioni sullo stato della natura e della selvicoltura utilizzate per le foreste. Anche i danni provocati da tempeste e incendi possono essere rilevati più velocemente. Si possono osservare anche estese radure di foreste pluviali tropicali.

Ulteriore utilizzo è l'ottimizzazione della gestione dell'acqua e delle materie prime. Il punto centrale di questa gestione è la scoperta, o meglio, l'uso più efficiente delle risorse idriche. L'importanza del monitoraggio satellitare dell'acqua è immensa perché milioni di persone, soprattutto in Africa o in Asia, non hanno accesso all'acqua potabile pulita e la tendenza è in aumento. Inoltre, la capacità satellitare di "penetrare" sotto la superficie terrestre, quindi rilevare dove si trova l'acqua del sottosuolo, offre notevoli vantaggi. Allo stesso modo, i dati satellitari vengono utilizzati per trovare altre materie prime.

Osservare la Terra è, dunque, di grande aiuto quando si tratta di rilevare le risorse minerali e di sfruttare i giacimenti di petrolio e di gas.

Infine, tale capacità è sempre più utilizzata nella risposta e nella prevenzione delle catastrofi naturali, in particolar caso di incendi bo-

schivi, inondazioni, uragani, maremoti e terremoti o eruzioni vulcaniche. In questo contesto, i satelliti possono sostenere efficacemente le misure di aiuto e di salvataggio o fornire informazioni per adeguate misure preventive.

2.6.1. EO: contesto internazionale.-

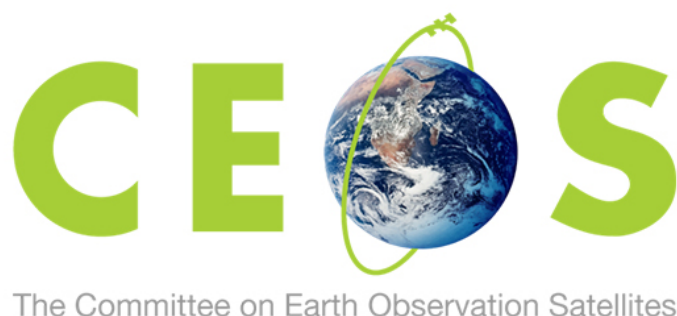


Fig. 8: Logo CEOS – Fonte: CEOS

Dagli anni '60 sono stati lanciati più di 320 satelliti EO (*Earth Observation*) in tutto il mondo. Tale fatto evidenzia l'importanza di questa tecnologia per la nostra società moderna ed è stato specificamente inserito nella risoluzione dell'Agenda per lo sviluppo sostenibile del 2030 (A/RES/70/1). A livello internazionale ci sono diversi attori che svolgono un ruolo importante per la promozione della EO: il Gruppo di Osservazione della Terra (GEO): la missione del GEO è quella di collegare la domanda di informazioni ambientali solide e tempestive con la fornitura di dati e informazioni sulla Terra. La promozione di politiche di dati ampi e aperti aiuta a garantire che i dati raccolti attraverso sistemi di osservazione nazionali, regionali e globali siano resi disponibili e applicati al processo decisionale; il Comitato sui satelliti di osservazione della Terra (CEOS): coordina le osservazioni civili spaziali della Terra. Le agenzie partecipanti si sforzano di migliorare il coordinamento internazionale e lo scambio di dati e di ottimizzare i benefici per la società. Attualmente, ci sono 52 membri e membri associati, composti da agenzie spaziali e organizzazioni nazionali e internazionali, che partecipano alla pianificazione del CEOS;

UNOOSA, che in occasione di UNISPACE+50, tenutosi nel 2018 in occasione del suo 50° anniversario, ha messo insieme una partnership globale per il coordinamento dello sviluppo, dell'operazione e dell'utilizzo delle infrastrutture, dei dati, delle informazioni e dei servizi legati allo spazio, compreso l'EO.

Per quanto riguarda l'Europa, negli ultimi decenni le singole nazioni europee e le istituzioni nazionali hanno compiuto notevoli sforzi di R&D (*Research and Development*) nel campo delle EO: dal 1966 con il lancio di Diapason, il primo satellite geodetico francese, molti altri paesi europei (tra cui Germania, Italia e Regno Unito di Gran Bretagna e Irlanda del Nord) hanno inviato autonomamente i satelliti EO nello spazio. Questi sforzi hanno portato a grandi risultati, ma l'idea di un sistema EO europeo globale e continuo è stata sviluppata solo nel 1998 con la definizione del programma *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES), che è stato poi trasformato in Copernicus dopo che l'Unione Europea è stata coinvolta nel suo finanziamento e sviluppo. Copernicus, dichiarato operativo nel 2012, rappresenta il più grande programma di EO al mondo.

2.6.2. GNSS.-



Fig. 9: GNSS vs GPS

Un sistema di navigazione satellitare comprende un'infrastruttura che permette agli utenti con un dispositivo compatibile di determinare la loro posizione, la velocità e l'ora locale elaborando i segnali provenienti dai satelliti nello spazio. I segnali del sistema di navigazione satellitare sono forniti da una varietà di sistemi di posizionamento satellitare, comprese le costellazioni globali e i *satellite-based augmentation systems* (SBAS).

Global navigation satellite system (GNSS) è il termine utilizzato per un sistema di navigazione satellitare con copertura mondiale. In genere, l'architettura GNSS è composta da tre componenti: un segmento spaziale, che comprende una costellazione di satelliti, un segmento terrestre, per controllare e monitorare il segmento spaziale e i ricevitori dell'utente finale. Misurando il ritardo di trasmissione, un ricevitore può calcolare la distanza tra esso e un satellite in orbita in vista. Il ricevitore può determinare con precisione la sua posizione tridimensionale attraverso la triangolazione geometrica raccogliendo dati da almeno quattro satelliti.

Tra le costellazioni globali, ce ne sono attualmente due pienamente operative e due in fase di dispiegamento: *United States Global Positioning System* (GPS): Il primo GNSS, pienamente operativo dal 1995, è gestito dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti; il sistema satellitare *GLobal NAVigation Satellite System* (GLONASS) della Federazione Russa: il GNSS russo, completato nel 1995 e pienamente operativo dal 2011, è gestito dalle Forze di Difesa Aerospaziale Russe; Galileo: il GNSS europeo, attualmente in fase di dispiegamento con i servizi iniziali dichiarati nel 2016, è di proprietà e gestito dall'Unione Europea (l'unico GNSS sotto controllo civile); *BeiDou Navigation Satellite Systems* (BDS): il GNSS cinese, anch'esso in fase di dispiegamento, è destinato a sostituire il sistema regionale COMPASS in funzione dal 2000. È gestito dall'Ufficio governativo cinese per la navigazione satellitare.

2.6.3. *Accenni sul volo in formazione.-*

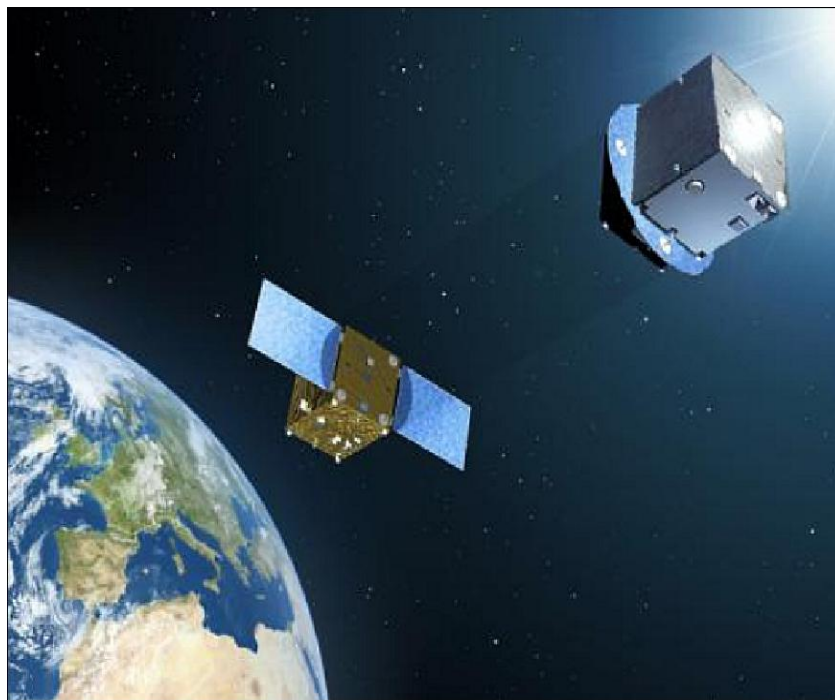


Fig. 10: Proba-3 - Fonte: ESA

Il volo autonomo in formazione di più piccoli satelliti per sostituire un unico grande satellite sarà una tecnologia abilitante per una serie di future missioni spaziali basate sulla difesa e sulla scienza. Il volo in formazione è definito come un insieme di più di un satellite i cui stati dinamici sono accoppiati attraverso una legge di controllo comune. In particolare, almeno un membro dell'insieme deve (1) tracciare uno stato desiderato rispetto ad un altro membro e (2) la legge sul controllo di tracciamento deve utilizzare lo stato di almeno uno degli altri membri. Il secondo punto è critico. Per esempio, anche se specifiche posizioni relative sono attivamente mantenute, i satelliti del *Global Positioning System* (GPS) costituiscono una costellazione, ma non una formazione che vola in quanto la legge di controllo dell'orbita dei satelliti GPS fa uso solo della propria posizione e velocità. Anche se ci sono delle potenziali limitazioni, i vantaggi dell'uso di più satelliti sono evidenti. Rispetto ad un singolo grande satellite convenzionale, la formazione di satelliti può aumentare

l'affidabilità e la ridondanza dell'intero sistema, ridurre i costi di lancio e di manutenzione, ampliare notevolmente l'area di sorveglianza e aggiungere maggiore flessibilità nella progettazione della missione. Per esempio, un sensore per l'osservazione a terra può essere trasportato da diversi satelliti che volano in una formazione specifica per aumentare le dimensioni della sua antenna o del suo specchio (a seconda che si tratti di uno strumento a radiofrequenza o di uno ottico) piuttosto che costruire un singolo satellite grande e molto più costoso. Con un singolo satellite, l'intera missione sarà interrotta in caso di guasto del satellite. Tuttavia, le conseguenze del guasto di un satellite in una formazione possono essere mitigate, nel senso che la missione può essere riorganizzata utilizzando i satelliti membri rimanenti nella formazione. Inoltre, la tecnologia di volo della formazione ci permette di aggiungere facilmente altri satelliti alla missione o di aggiornare qualsiasi satellite.

2.7. Intelligenza artificiale e Osservazione della Terra.- Nell'ultimo decennio, i rapidi sviluppi delle tecnologie digitali e della capacità di monitorare il nostro pianeta dallo spazio con i satelliti di osservazione della Terra hanno portato a nuove ed enormi opportunità per la scienza e le imprese. C'è una crescente necessità di estrarre la grande quantità di dati generati dalla nuova generazione di satelliti che arrivano online, tra cui ad esempio il sistema Copernicus e *New Space*. L'Intelligenza Artificiale (AI) è certamente una parte importante della soluzione completa, che consente l'esplorazione scalabile di grandi dati e porta nuove intuizioni e capacità predittive. Tuttavia, è importante notare che l'AI rimane solo uno strumento che deve essere usato insieme ai principi fisici e all'interpretazione scientifica.

L'AI ha un grande potenziale per l'Osservazione della Terra (EO), ma ancora largamente inutilizzato. Mentre oggi, la nuova spinta è principalmente legata alla *Computer Vision* applicata alle immagini satellitari ad altissima risoluzione, ci sono molte altre aree per la Scienza della Terra, la previsione e l'analisi di grandi dati che potrebbero trarre beneficio dall'AI. In particolare, il *Deep Learning* sta spingendo l'AI ad un nuovo livello che va ora oltre le prestazioni umane.

2.7.1. Perché l'ingegnere sistemista.- Il mondo di oggi è sempre più complesso e l'aumento della complessità continua ad accelerare. Abbiamo un crescente apprezzamento delle interazioni, delle interdipendenze e della complessità nel mondo che ci circonda: gli organi-

smi viventi, gli ecosistemi, l'ambiente e la società. Nel mondo creato dall'uomo, vediamo opportunità senza precedenti alimentate dalla digitalizzazione, dal sempre crescente tasso di infusione di tecnologia e dall'opportunità di collegare i sistemi esistenti in modi nuovi ed inediti. Chiediamo capacità che siano più veloci, più intelligenti, più efficienti e più convenienti. Ma il prezzo, e la realtà, è la complessità.

“Complesso” non vuol dire “complicato”. Che si tratti di problemi che affrontiamo o di soluzioni che forniamo, le cose complicate possono essere suddivise ordinatamente in parti separabili con semplici connessioni e poche interdipendenze. Un edificio, un ponte o un classico motore a reazione può avere decine di migliaia di parti, ma queste parti si uniscono in modo semplice e forniscono risultati prevedibili e lineari. La complessità è definita da interdipendenze, interazioni ed effetti non lineari. Poiché affrontiamo problemi altamente interconnessi sfruttando tecnologie diverse e collegate tra loro, non possiamo più suddividere i problemi o le soluzioni in parti pulite e separabili. Le interazioni, in ultima analisi, guidano la caratterizzazione del problema e le prestazioni della soluzione. Forse non siamo in grado di controllare la complessità, ma dobbiamo accettarla.

In quest'epoca di complessità, gli approcci riduzionisti dell'era industriale non sono più sufficienti. Questi approcci ci hanno permesso di creare tecnologie avanzate e di acquisire una profonda comprensione in discipline altamente specializzate. Poiché affrontiamo la complessità, non si tratta di rifiutare gli approcci riduzionisti e tutto ciò che ci ha permesso di affrontare con successo problemi complicati. Dobbiamo invece integrare questi approcci riduzionisti per meglio apprezzare, comprendere e affrontare le interconnessioni e le interazioni che definiscono i problemi e le soluzioni moderne. Per fare ciò è necessario che la prospettiva dei sistemi veda il quadro generale, che i sistemisti pensino a comprendere le interazioni e che l'ingegneria dei sistemi agisca in base alle intuizioni che ne derivano e fornisca la giusta soluzione.

Ma l'applicazione di approcci di sistema, in particolare l'ingegneria dei sistemi, non è priva di sfide. L'ingegneria dei sistemi, come pratica e professione, ha meno di 100 anni, quindi abbastanza giovane rispetto alle discipline ingegneristiche formali. È emersa in parallelo (e in gran parte in modo indipendente) in diversi settori industriali, mentre ci siamo confrontati con le complesse interazioni tra razzi, veicoli spaziali e reti di comunicazione.

Oggi ci rendiamo conto che l'ingegneria dei sistemi è praticata in molti modi diversi sotto molti nomi diversi, tutti spinti dalla necessità di affrontare la complessità, ma spesso facendo leva su tecniche diverse. Potremmo definirla più una pratica che una disciplina, una miscela più artistica che scientifica con processi, metodi e strumenti applicati da pochi sapienti ma spesso privi di principi e teoria fondamentali.

2.7.2. *Background teorico.*- Il mondo dell'EO sta cambiando radicalmente, spinto dai rapidi progressi delle tecnologie dei sensori e digitali. Gli ultimi decenni hanno visto straordinari sviluppi nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), tra cui Internet, il *Cloud computing* e l'AI, che hanno portato a modi radicalmente nuovi di raccogliere, distribuire e analizzare grandi dati sul nostro pianeta. Questa rivoluzione digitale è accompagnata anche da una rivoluzione dei sensori che fornisce una quantità di dati senza precedenti sullo stato del nostro pianeta e sui suoi cambiamenti.

L'Europa sta guidando questa rivoluzione di rilevamento nello spazio attraverso l'iniziativa Copernicus, e il corrispondente sviluppo di una famiglia di missioni "Sentinel", consentendo il monitoraggio globale del nostro pianeta attraverso l'intero spettro elettromagnetico su base operativa e sostenuta.

Inoltre, una nuova tendenza, denominata *New Space* negli Stati Uniti o "Spazio 4.0" in Europa, sta ora emergendo rapidamente attraverso la crescente mercificazione e commercializzazione dello spazio. In particolare, con i costi in rapida diminuzione della costruzione, del lancio e dell'elaborazione di piccoli satelliti, nuovi attori EO, tra cui start-up (ad esempio *Planet*, *Spire*), nuovi attori (ad esempio SpaceX) e giganti dell'ICT (ad esempio Google, Amazon) stanno ora entrando massicciamente nel business spaziale, dando luogo a nuove costellazioni di piccoli satelliti standardizzati che forniscono una nuova classe di dati sul nostro pianeta con un'alta risoluzione spaziale e un'alta frequenza temporale.

Queste nuove serie di dati globali dallo spazio portano a un quadro molto più completo del nostro pianeta. Questo quadro è ora anche completato da dati derivanti da milioni di sensori intelligenti collegati a Internet (chiamati *Internet of Things - IoT*) e anche da sistemi UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*). Tali flussi di dati offrono possibilità completamente nuove per la scienza ma anche per gli imprenditori di sviluppare nuove imprese trasformando i grandi dati in nuovi tipi di servizi informativi.

Tuttavia, queste opportunità si accompagnano a nuove sfide per gli scienziati, le imprese, i fornitori di dati e di software per dare un senso alla vasta e diversificata quantità di dati sfruttando le nuove tecniche di *Big Data Analytics* come l'AI.

L'intelligenza artificiale guidata dalla "Legge di Moore" e ora super nutrita da grandi dati è nel bel mezzo di un vero e proprio rinascimento che sta diventando parte integrante della nostra società, trasformando profondamente il modo in cui lavoriamo, operiamo e viviamo.

Fino a poco tempo fa l'AI era un campo occupato principalmente da esperti e scienziati. Ci sono state anche diverse ipotesi di AI negli ultimi decenni, ma oggi, l'AI è abitualmente utilizzata nella vita di tutti i giorni senza che ce ne accorgiamo, in applicazioni che vanno dai motori di raccomandazione, ai servizi linguistici (ad esempio la traduzione, il riconoscimento vocale), il riconoscimento dei volti, gli assistenti virtuali (ad esempio Siri, Alexa) e i veicoli autonomi (ad esempio i droni, le auto con guida autonoma).

Nell'ultimo decennio, il *Machine Learning* (ML) ha subito una grande rivoluzione, grazie alla convergenza unica della capacità di calcolo su larga scala (ad es. *Cloud computing*, architetture GPU, HPC), al facile accesso a grandi volumi di dati attraverso Internet e alla disponibilità di nuovi algoritmi che consentono una solida formazione di reti neurali profonde su larga scala.

2.7.3. Sfide e Opportunità.- La rivoluzione dell'AI è rafforzata dalla sua convergenza con altre tecnologie trasformatrici come l'IoT, il *cloud computing* e la *blockchain*, che stanno portando a una vera e propria trasformazione di interi settori verticali come quello automobilistico, sanitario, dei trasporti e bancario. Ad esempio, il tandem di AI, IoT e *blockchain* permette lo sviluppo di nuovi mercati per condividere e monetizzare i servizi di AI. Un altro esempio è l'emergere delle auto a guida autonoma, rese possibili oggi grazie alla convergenza e all'integrazione di tecnologie come l'Internet degli oggetti, il *cloud computing* e l'intelligenza artificiale.

Quindi, si verificherà una perturbazione simile nel settore spaziale? L'AI sarà la chiave per sbloccare il potenziale dei nuovi flussi di dati EO che arrivano online per comprendere meglio i cambiamenti del nostro pianeta e prevederne l'evoluzione? L'hardware satellitare diventerà una merce con l'obiettivo di passare al software potenziato

dall’AI che consente l’autonomia e l’aggiornamento remoto, come sta accadendo con le auto Tesla?

In questo contesto, una delle sfide chiave per la comunità EO è quella di sfruttare tutta la potenza delle nuove tecnologie come l’AI in collaborazione con nuovi attori dell’ecosistema, tra cui aziende ICT, start-up e dati e scienziati EO.

In particolare, nel caso dell’EO, fare pieno uso delle tecniche di AI richiede un adattamento degli schemi per tenere conto della natura specifica dei dati di telerilevamento:

a) *misurazione fisica e indiretta di parametri geofisici stimati* a partire da grandezze fisiche rilevate a distanza in tutto lo spettro elettromagnetico. Ciò richiede un lavoro significativo per la preparazione dei dati (ad es. pulizia/calibrazione dei dati, formattazione, co-grigliatura, normalizzazione), che rappresenta il compito principale in qualsiasi applicazione AI. Inoltre, i problemi di telerilevamento comportano dati dimensionali molto elevati (ad esempio multispettrale, iperspettrale, multiangolare, multisensore e multitemporale) che ostacolano l’adozione diretta di approcci standard di Deep Learning, utilizzando modelli preformati, o anche progettando nuove topologie. Richiede anche un lavoro di integrazione dei principi fisici (ad esempio, i modelli di trasferimento radiativo) negli algoritmi statistici alla base della AI. Ciò richiede anche dati di verità a terra per convalidare i prodotti EO e per addestrare gli algoritmi di AI. Attualmente c’è una scarsità di set di dati di formazione per l’EO, che è un fattore limitante chiave.

b) *diversità di dati*, derivati dalla tipologia/tecnologia dei sensori, tra cui in particolare: sensori ottici multispettrali che acquisiscono immagini in diversi canali spettrali. Finora l’AI è stata applicata principalmente alle immagini ottiche, in particolare ad altissima risoluzione (VHR) mediante l’uso di metodi tradizionali CV (Computer Vision) (utilizzando principalmente bande RGB), ma è necessario lavorare per sfruttare appieno tutte le informazioni spaziali, temporali e spettrali disponibili derivate da EO su scala globale. Ciò richiede un lavoro per lo sviluppo di nuovi schemi di DL (Deep Learning), ma anche per l’esplorazione di nuove metodologie basate sulla RL (Reinforcement Learning); i sensori radar forniscono informazioni su ampiezza, frequenza, fase o polarizzazione degli echi radar raccolti. Ciò richiede lavoro per sfruttare appieno la “natura complessa” dei dati radar con schemi AI, così come la natura pienamente polarimetrica del radar ad apertura sintetica (SAR) di nuova generazione.

c) *volume di dati* che raggiungono la scala dei Petabyte, che devono essere trasformati in piccole informazioni utilizzabili, con vincoli aggiuntivi come la necessità di informazioni in tempo quasi reale. Ciò richiede un lavoro di estrazione di grandi dati su base statistica, tenendo conto della fisica delle PO.

d) *complessità delle caratteristiche dinamiche di acquisizione dei dati* di un sistema terrestre altamente non lineare accoppiato. Questo va ben oltre il riconoscimento di cani e gatti in immagini in cui è disponibile un'ampia varietà di serie di dati di addestramento (ad esempio *ImageNet*).

Anche in materia di EO c'è molto lavoro da svolgere con i principali attori europei, ma l'intersezione di AI e EO rimane un campo emergente, anche se in rapida crescita. In effetti, nell'ultimo decennio c'è stato molto lavoro sul ML applicato alle PO, ma con la rapida comparsa della DL, il campo è cresciuto rapidamente, come dimostra l'aumento del numero di pubblicazioni.

Siamo ora a un crocevia di opportunità, dove da un lato l'AI sta diventando una delle tecnologie più trasformative del 21° secolo, mentre dall'altro la capacità europea di EO sta fornendo un quadro del tutto unico e completo del pianeta, generando così grandi serie di dati aperti da esplorare da parte dell'AI. Sfruttare al meglio questa finestra di opportunità è una sfida, e una sfida urgente come discusso di seguito. Vale anche la pena di notare che questa intersezione tra AI e EO è, di fatto, un caso particolare di una più ampia intersezione di tecniche trasformative convergenti come AI, *IoT* e *Blockchain*, che va oltre l'ambito di questo rapporto, ma offre ancora più opportunità.

Favorire l'intersezione di AI e EO ha un grande potenziale sia per la scienza che per la società attraverso lo sviluppo di nuove conoscenze, imprese e posti di lavoro.

L'Europa è forte ma frammentata. Esistono centri di ricerca leader, ma anche nuove organizzazioni e iniziative di ricerca si stanno rapidamente sviluppando. Tuttavia, la maggior parte dei migliori laboratori, così come i migliori posti per la ricerca e il business dell'AI si trovano principalmente negli Stati Uniti e in Cina, dove vengono fatti enormi investimenti in questo campo da parte del governo e delle grandi aziende ICT.

Gli Stati Uniti pubblicano il maggior numero di documenti di AI nel mondo, detengono il maggior numero di domande di brevetto di AI (oltre 15.000 nel 2010-2014), hanno il maggior numero di persone che lavorano nell'AI (oltre 850.000), alimentano le start-up di AI più

innovative e rappresentano la quota maggiore degli investimenti privati nell'AI. Ospita anche i leader mondiali nel campo dell'AI, come Google, Apple, Facebook, Amazon (GAFA), ma anche nuovi giocatori di AI, come Nvidia, nata come società di gioco e ora leader mondiale nello sviluppo di chip GPU su misura per l'AI.

La Cina ha una forte ambizione di diventare rapidamente il leader mondiale dell'AI supportata da una forte agenda politica che mira a costruire un'industria nazionale dell'AI del valore di 20+ B\$. La Cina sta anche sviluppando centri di ricerca leader nell'AI e ospita i più grandi giganti del Web: Baidu, Alibaba, Tencent e Xiaomi (BATX), che sono all'avanguardia nello sviluppo dell'AI (ad esempio, riconoscimento dei volti, motore di raccomandazione, analisi predittiva).

Per rafforzare la posizione dell'Europa, è necessario capitalizzare ciò in cui l'Europa è forte (cioè la sua capacità di ricerca, la sua diversità, i suoi talenti) ed essere ambiziosi. In questo contesto, esiste ora un'opportunità unica e tempestiva di svolgere un ruolo di primo piano nella rivoluzione scientifica e sociale dell'AI in corso, consentendo di applicare l'AI in campo EO su vasta scala europea, offrendo così una nuova scienza della Terra e una maggiore competitività per l'industria europea dei servizi e il settore spaziale.

2.8. Nuove competenze per l'elaborazione dell'informazione nella NSE.- Il dado è tratto. Volenti o nolenti, inconsapevoli o con coscienza, gli esseri umani sono, per loro intrinseca natura, portati a produrre, trasmettere, elaborare, consumare dati. Non è azzardato affermare che qualunque dominio si basa sulla gestione dei dati. Una corretta e completa gestione del bagaglio informativo rappresenta un patrimonio inestimabile nell'industria, nel pubblico, nel privato ed è trasversale a tutti i mercati.

Lo spazio non è da meno: dalla notte dei tempi, osserviamo il cielo e i corpi celesti, sviluppiamo intuizioni matematico-geometriche, costruiamo teorie, per poi confutarle e rielaborarle: basti pensare all'evoluzione della meccanica celeste dalle prime civiltà greche ad oggi. Cosa è cambiato nella *New Space Economy*? Sicuramente le competenze e le professionalità richieste, con un forte impatto sulle scienze statistiche, economiche, giuridiche, sociali, ingegneristiche.

2.8.1. *Il problema.* - L'infografica sintetizza perfettamente le criticità legate all'uso dei dati spaziali nella *New Space Economy* (NSE).

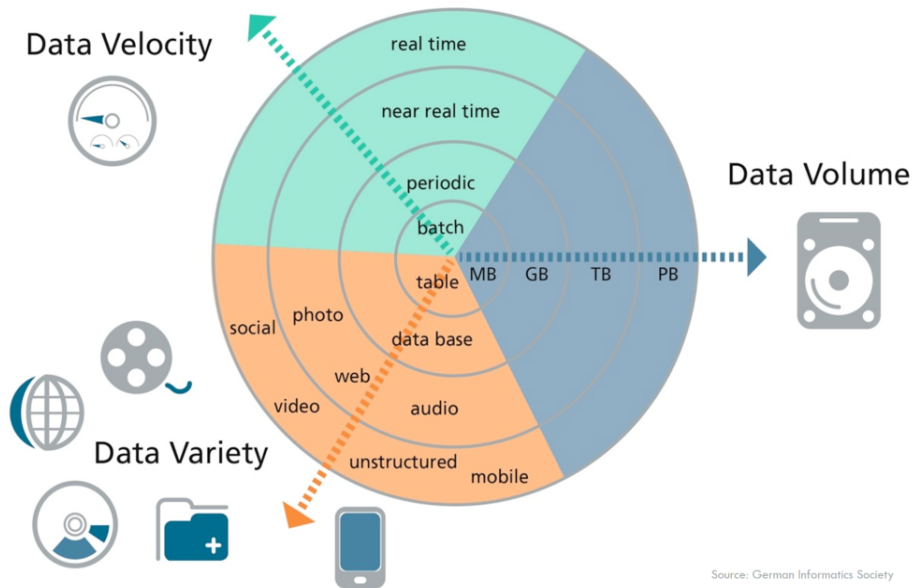


Fig. 11: Criticità legate all'uso dei dati spaziali nella *New Space Economy* - Fonte: Fraunhofer IAIS

In generale, le immagini satellitari e altri dati geospaziali forniscono un vero e proprio problema di *big data* nelle tre dimensioni in figura: volume, velocità, varietà delle informazioni. Varie missioni satellitari, sia commerciali che non commerciali, forniscono terabyte di dati in streaming costituiti da immagini ad alta risoluzione. Queste immagini, alcune delle quali sono rese liberamente accessibili attraverso programmi come il Copernicus UE/ESA, forniscono le basi per vari metodi di rilevamento dei cambiamenti delle dinamiche del nostro pianeta, una difficoltà di per sé data dal “volume” e dalla “velocità” delle immagini trasmesse dallo spazio. Inoltre, la combinazione delle immagini grezze e dei risultati della loro analisi raggiunge un valore sempre più alto se combinata con dati aggiuntivi, specialmente di natura geospaziale, la “varietà” dei dati e delle sorgenti.

L'attendibilità dell'informazione, la "veridicità" del dato è una quarta "V" che emerge come risultato diretto dell'enorme aumento della velocità di trasmissione dei dati e una fin troppo frequente incapacità di monitorare correttamente e garantire che la qualità dei dati sia mantenuta a un livello elevato.

L'evoluzione nel trattare i dati è direttamente proporzionale all'evoluzione delle tecnologie. Un esempio facilmente apprezzabile è il raffinamento delle immagini spaziali, dall'invenzione del primo modello di telescopio rifrattore al telescopio spaziale Hubble. L'ottavo continente è una miniera pressoché inesauribile di informazioni: se è vero che siamo lontani dal conoscere il 100% del nostro pianeta, lo spazio offre smisurate fonti di conoscenza. Soprattutto nel corso dell'ultimo decennio, abbiamo assistito ad un'evoluzione esponenziale della valorizzazione dei dati, laddove per "valorizzazione" si intende la presa di coscienza che in molti ecosistemi il patrimonio informativo è presente, corposo ma, nel contempo, eterogeneo, spesso non strutturato, grezzo; la criticità nel raccogliere e analizzare opportunamente i dati è, in prima battuta, nel saper far fronte alla disarmante eterogeneità delle fonti.

Ammesso (e assolutamente non concesso) di rilassare il problema e assumere di avere tutti dati dematerializzati, in formato nativo digitale, si devono comunque considerare diverse infrastrutture di raccolta, diversi protocolli di trasmissione, diversi strumenti di elaborazione, diversi formati di rappresentazione. Trasposto allo spazio, il problema paradossalmente può anche complicarsi: lo spazio non è disciplina da solipsisti, lo spazio si fa insieme sulla base di cooperazione intra e inter paesi e, non ultimo, le missioni spaziali hanno tempi mediamente lunghi. Ciò si traduce in un proliferare di sistemi, software, banche dati che devono essere in esercizio per anni e, spesso, devono comunicare tra loro.

Oggi si fa un gran parlare di Big Data: enormi moli di dati (nell'ordine di Petabyte, $1\text{PB}=10^{15}$ Byte) prodotti quotidianamente da diversi canali, complice anche l'esplosione di *social network*, piattaforme di *streaming* e *cloud computing*.

Tanto per dirne una, il numero di satelliti in orbita è via via crescente; decresce invece la dimensione di tali satelliti, come già scritto precedentemente. Se il trend converge verso costellazioni di micro, nano e pico satelliti, allora significa, implicitamente, un incremento dei dati da inviare; e, cosa assai importante, non si parla di dati da inviare solo a/da terra, bensì di veri e propri sistemi distribuiti in cui le

diverse unità sono in contatto fra loro, dove si devono disegnare politiche di *fault tolerance*, *backup* e sincronizzazione, *load balancing*.

Le cose si complicano ancora (piacevolmente), con l'applicazione dell'intelligenza artificiale alla *New Space Economy*: come vedremo, parte dei sopracitati *Big Data* alimentano algoritmi di *Machine* e *Deep Learning*, sistemi più o meno complessi di apprendimento (semi) automatico che, per l'appunto, imparano a costruire modelli previsionali. Un esempio piuttosto attuale nel momento di redazione di questo scritto: tramite i satelliti è tecnologicamente facile raccogliere dati circa i "movimenti" della pandemia legata al Covid-19; questi dati possono costruire l'insieme di apprendimento su cui costruire *insight*, previsioni, euristiche per il futuro.

Mettiamo altra carne al fuoco: vedremo come sono cambiate, stanno cambiando, cambieranno le interazioni uomo-uomo, uomo-macchina, macchina-macchina. Sono anche e soprattutto queste interazioni a generare informazioni, dati, per l'appunto.

Si farà anche riferimento all'*IoT*, a completezza di questo circolo virtuoso del dato: l'*Internet of Things*, l'Internet delle Cose, che riflette come sensori, dispositivi tanto meccanici quanto digitali siano oggi univocamente identificati in quella che, per l'appunto, è una rete di "cose". La figura che segue sintetizza bene quanto detto:

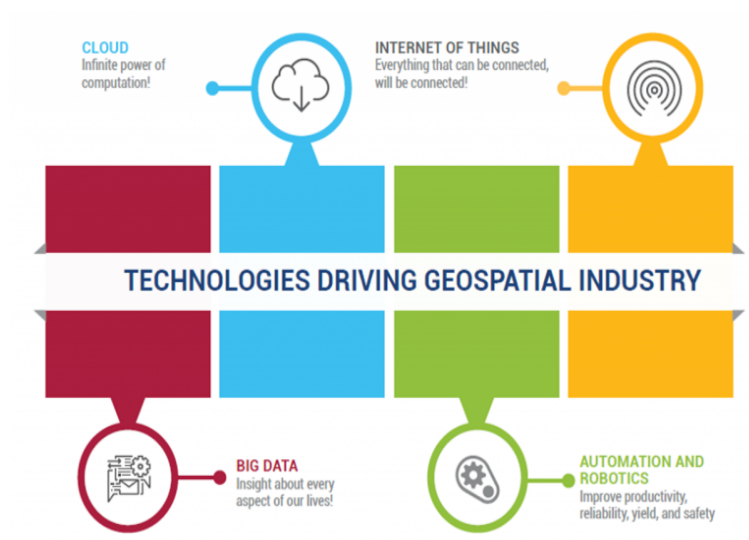


Fig. 12: Technology driving geospatial industry - Fonte : Geospatial World

2.8.2. *Dalla Space Industry Capacity Driven alla NSE Data Driven.*- Requisiti capacitivi quali esigenze istituzionali di ricerca scientifica, di esplorazione spaziale e di difesa sono stati i motori tutt'altro che immobili per lo sviluppo di tecnologie e soluzioni applicative nei tre pilastri della *Space Industry*: l'accesso allo spazio (i lanciatori), i satelliti, il *ground segment*. Secondo quanto riportato dal MISE, la *Space Economy* è la catena del valore che, partendo dalla ricerca, sviluppo e realizzazione delle infrastrutture spaziali "abilitanti" (*Upstream*) arriva fino alla generazione di prodotti e servizi innovativi "abilitati" (*Downstream*) (servizi per le telecomunicazioni, per la navigazione ed il posizionamento, per il monitoraggio ambientale, per la previsione meteo, ecc).

In questa transizione dalla *Space Industry* verso la *Space Economy*, si aggiungono due nuovi pilastri nell'*Upstream*: i servizi spaziali, da un lato, le infrastrutture e le tecnologie di supporto non spaziali necessarie alla realizzazione dei servizi, dall'altro. Per rendere un servizio effettivamente fruibile dall'utente finale, assistiamo quindi a una compenetrazione dell'ecosistema spazio con altri settori industriali.

L'integrazione delle tecnologie di Osservazione della Terra con quelle di navigazione satellitare consente di allargare smisuratamente i servizi del *Downstream*, servizi a valore aggiunto innovativi basati su dati disponibili *real time* o *near real time* provenienti da diverse fonti, disponibili via web, *in cloud* e *on prem*, multiplatforma, desktop e mobile. I servizi spaziali guidati dai dati vedono l'Europa giocare un ruolo chiave come leader di programmi per la realizzazione di infrastrutture satellitari, quali Galileo, Copernicus, METEOSAT, METOP; è diventato possibile monitorare con continuità e precisione processi che fino a pochi anni fa erano al di là delle capacità osservative.

Nella figura che segue si evidenzia un sistema di riferimento che dia un rapido quadro della situazione: uno degli assi mostra gli ambiti di interesse nel breve e nel lungo periodo, mentre l'altro asse scorre i segmenti di mercato dal *Business to Business* al *Business to Consumer*.

Cerchi ed ellissi raccolgono, invece, le aree applicative della manifattura e dei servizi, mostrando le varie intersezioni delle attività in cui la *New Space Economy* sta investendo, esplodendo quanto accennato all'inizio di questa sezione:

- l'industria dei lanciatori;
- la realizzazione di satelliti;

- i servizi che discendono dall'uso di tali satelliti;
- il segmento di terra;
- il turismo spaziale, consistente di trasporto e alloggio;
- scienza ed esplorazione spaziale con equipaggio umano e robotico;
- i segmenti dell'energia, dell'estrazione mineraria, le *operations*;
- la sicurezza nazionale.

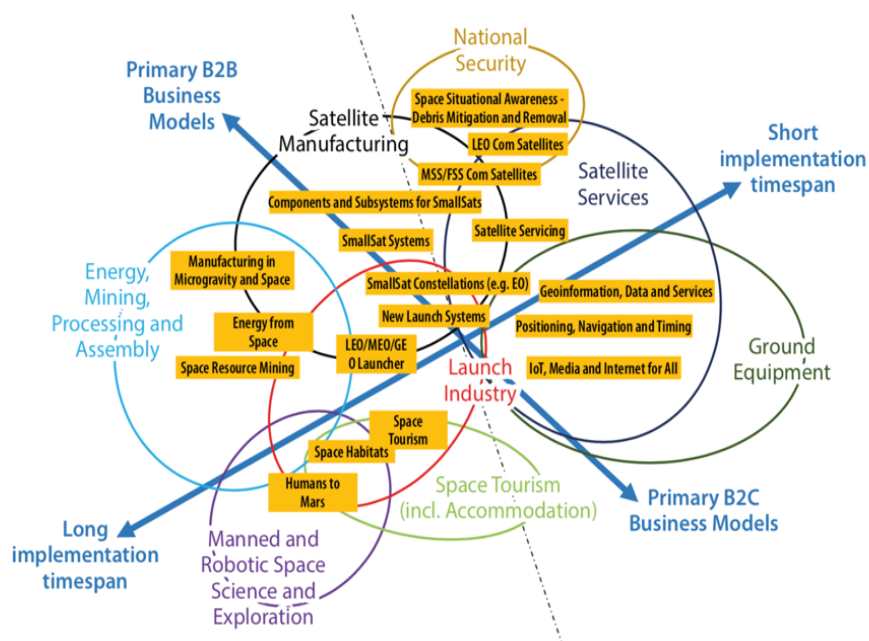


Fig. 13: Impatti dei dati sul Downstream e Upstream - Fonte : Space industry bulletin

L'indiscutibile presa di coscienza del valore dei dati trova conferma nella crescita esponenziale di aziende, piattaforme e professionisti dedicati. Ormai, nell'uso collettivo, i sistemi di posizionamento sono usati quotidianamente anche dal comune cittadino, magari non con piena coscienza che il *Waze* o il *Google Maps* di turno aiutano a muoversi meglio sulla Terra... ma grazie allo spazio.

Nella tecnologia presente all'interno dei software geografici assistiamo all'integrazione delle comuni operazioni che si possono svolgere sui database (ricerche, analisi statistiche, grafici) con le funziona-

lità proprie di un GIS come la memorizzazione di dati territoriali, il loro trattamento e, soprattutto, la loro rappresentazione sotto forma di cartogrammi o tabelle ritagliati su porzioni di territorio più o meno estese.

Analizzare, rappresentare, interrogare entità o eventi che si verificano sul territorio non serve solo alle aziende che si occupano di business prettamente “spaziale”, bensì sono attività che investono competenze trasversali a moltissimi altri mercati, come ci ricorda la figura appena esaminata: dall’agricoltura all’energia, dalle *utilities* al *property management*, sono potenzialmente infiniti i settori che possono usufruire di soluzioni provenienti dallo spazio. Specialisti del dato sono chiamati a conoscere i diversi formati di rappresentazione e il *know-how* specifico sul GIS e sul *Remote Sensing* diventa una dorsale del *Downstream*. Ormai basilare nello sviluppo di competenze sullo spazio è la capacità di sintetizzare e rappresentare in maniera semplificata i dati affinché risultino di facile lettura e interpretazione per i diversi stakeholder.

Nell’immagine che segue, proveniente direttamente dal sito di Copernicus, è facile capire come la moltitudine di dati, aggregati e non, debbano necessariamente confluire in cruscotti e *dashboard* semplificate e leggibili: la necessità di un’interfaccia di riferimento per l’utente finale, anche non tecnico, che riesca a cogliere immediatamente e facilmente le evidenze suggerite dai dati raccolti.

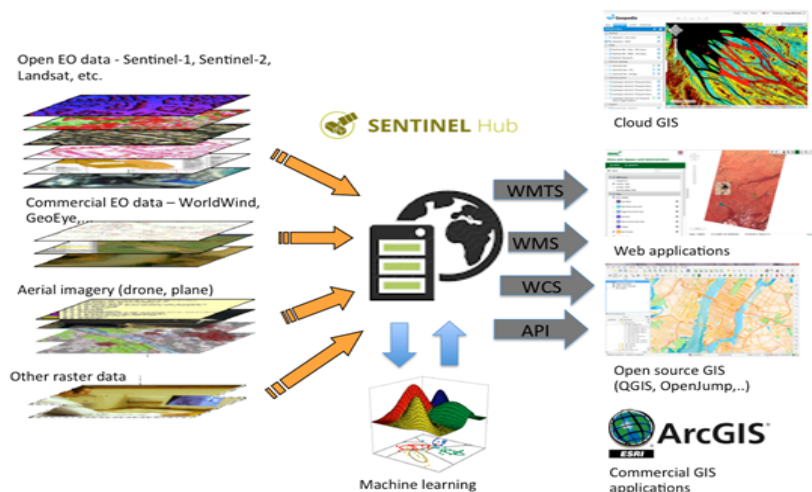


Fig. 14: Sentinel Hub e sue interazioni con altre piattaforme - Fonte: MachineLearning by Stanford University

Nascono così delle vere e proprie *data company*, quali la Terra-monitor, leader del settore. L'azienda finlandese si fonda infatti su una politica di "democratizzazione dei dati satellitari". Più di 100 milioni di immagini in streaming aggiornate quotidianamente in automatico. Uno store aperto a fine maggio 2020 in cui è possibile scaricare immagini in formato GeoTIFF, il *Geographic Tagged Image File Format* creato da Niles Ritter del NASA *Jet Propulsion Laboratory*.

2.8.3. *Dall'Analysis all'Analytics*.- Tramite lo spazio vogliamo capire cosa è successo, cosa succederà e perché succederà. "*Data analysis*" e "*data analytics*" sono troppo spesso considerati come interscambiabili, ma in realtà i due termini sono ben diversi, pur costituendo due facce complementari della stessa medaglia. Un modo veloce e intuitivo per distinguere i due concetti è pensare in termini di passato e futuro: l'*analysis* guarda indietro nel tempo, fornendo agli esperti una visione storica di ciò che è accaduto; in genere è l'*analytics* a modellare il futuro e/o prevedere un risultato. Una definizione universalmente accettata e che non perde di generalità vede i dati come una forma grezza di informazioni non elaborate.

Di seguito sono date, invece, alcune definizioni di dettaglio direttamente dai trattati spaziali "*United Nations Treaties and Principles On Outer Space*":

- The term "primary data" means those raw data that are acquired by remote sensors borne by a space object and that are transmitted or delivered to the ground from space by telemetry in the form of electromagnetic signals, by photographic film, magnetic tape or any other means";
- "The term "processed data" means the products resulting from the processing of the primary data, needed to make such data usable";
- "The term "analysed information" means the information resulting from the interpretation of processed data, inputs of data and knowledge from other sources";
- "The term "remote sensing activities" means the operation of remote sensing space systems, primary data collection and storage stations, and activities in processing, interpreting and disseminating the processed data.

L'analisi dei dati, d'altra parte, è il processo di ricerca e sviluppo di schemi e relazioni tra diverse variabili, in modo che possa avere senso e aiutarci nel processo decisionale. Il termine *Business analytics* si riferisce all'ampio uso dei dati, acquisiti da diverse fonti, analisi

statistiche e quantitative, modelli esplicativi e predittivi e gestione basata sui fatti per guidare le decisioni e le azioni verso gli stakeholder. Con l'avanzare della tecnologia e il raffinamento degli algoritmi di AI, le grandi moli di dati, i *Big Data*, appunto, non rappresentano più un problema: potenza di calcolo, capacità di trasmissione, archiviazione permettono di elaborare l'informazione *real time* o *near real time*, come detto in precedenza.

In figura, è possibile apprezzare le tre anime del *business analytics*, con una rappresentazione grafica piuttosto intuitiva su come si collochino *descriptive*, *predictive* e *prescriptive analytics* all'interno dell'analisi di AS-IS e TO-BE.

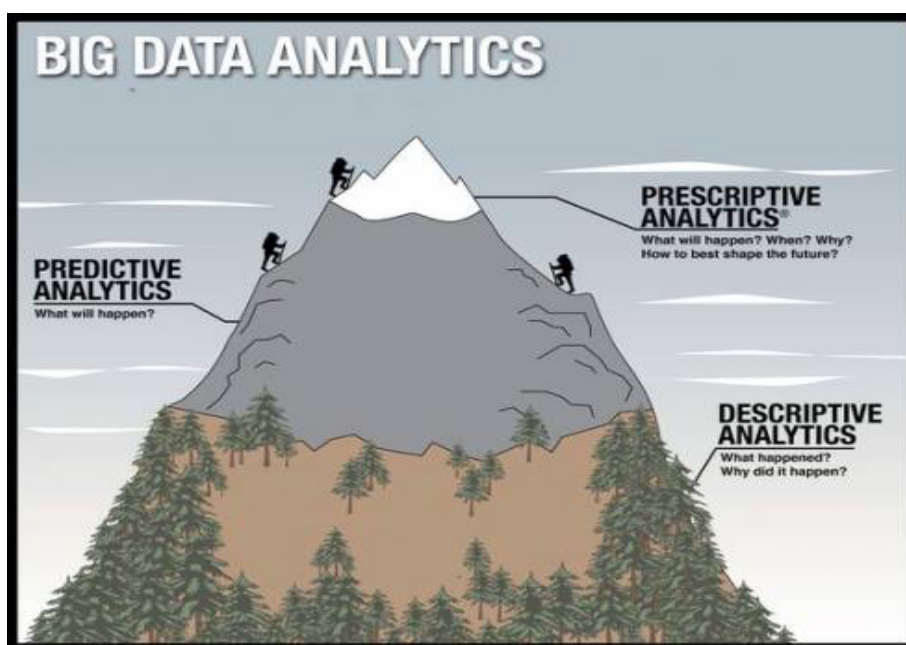


Fig. 15: Big Data Analytics - Fonte: Slideshare

Si interrogano i dati in proprio possesso per capire cosa sia successo nel passato e perché.

La *descriptive analytics*, proprio come suggerisce il nome, sintetizza i dati grezzi e li rende interpretabili dagli esseri umani. Nello specifico vengono analizzati gli eventi passati, dove per “eventi passati” ci si riferisce a qualsiasi punto del tempo in cui si è verificato un evento, sia esso un minuto, un mese, un anno fa: quanto ha piovuto in media in Italia negli ultimi vent’anni? Di quanto si è spostata la faglia di Sant’Andrea nell’ultimo secolo? Di quanto si è alzato il

livello del mare negli ultimi cinquant'anni? Di quanto è cresciuto l'uso dei satelliti in orbita bassa nella storia?

Avere competenze con queste tecniche consente alle organizzazioni di imparare dai comportamenti passati e di aiutare a capire come potrebbero influenzare i risultati futuri. Le organizzazioni devono quindi utilizzare le analisi descrittive, ad esempio, quando vogliono capire, a livello aggregato, cosa sta succedendo nella loro società.

Tuttavia, come anticipato nel titolo di questa sezione, vogliamo anche capire cosa succederà: la *predictive analytics* è usata per fare previsioni circa eventi futuri non conosciuti a priori. Combina tecniche di statistica, *data mining*, modellazione, intelligenza artificiale per cercare pattern, modelli ricorrenti che permettano di fare inferenza sul futuro più o meno prossimo.

Lo scopo è letteralmente catturare relazioni tra eventi ed entità: le tecniche di *predictive analytics* non ci dicono cosa accadrà nel futuro, ma soltanto cosa potrebbe accadere con un certo grado di probabilità.

Come cambierà l'obliquità dell'eclittica? Quale sarà la sorte dell'artico da qui a trent'anni? Quale sarà la disponibilità della canna da zucchero nel 2050? Si alzerà la temperatura media terrestre? La tigre siberiana si estinguerà?

Infine, una volta ipotizzato un determinato trend (quindi cosa potrebbe succedere in futuro in base alle nostre sofisticate stime), è anche estremamente interessante capire perché: modelli di *prescriptive analytics* sono anche di *predictive analytics*, ma ad essi aggiungono la capacità di spiegare il perché di un certo evento.

Le *prediction* non sono valide per sempre, per questo le indicazioni che il modello produce devono lasciare tempo sufficiente al management per impostare le azioni opportune, altrimenti si dimostrerebbero poco utili ai fini decisionali ed esecutivi; al contrario, laddove le regole prodotte dal modello siano semplici e facilmente interpretabili, ecco allora che il tempo necessario all'azione sarà breve, consentendo ai *decision maker* di rientrare nell'orizzonte temporale di validità della *prediction* di interesse.

Come già accennato, i sensori sono in grado di produrre enormi quantità di dati in un breve lasso di tempo. Ereditando quanto avviene già per l'aeronautica e per l'automotive, tali dati vengono quindi utilizzati per mappare i tempi di assemblaggio in officina, così come i modelli di veicoli spaziali realizzati al computer possono aiutare a creare situazioni virtuali per effettuare test in tempo reale.

In effetti, l'utilizzo di *Big Data* risparmia i costi di sviluppo dei prototipi, poiché ogni scenario viene testato sul modello virtuale (si pensi ad un qualsivoglia vettore, tanto per fare un esempio) al fine di minimizzare rischi e risorse. In questo modo è più facile ed economico passare direttamente allo sviluppo di un modello reale, basato sull'analisi. Si risparmia tempo, aumenta l'efficienza e le aziende sono in grado di ridurre i costi di produzione e utilizzarlo per ricerca e sviluppo.

2.8.4. *L'Intelligenza Artificiale nello spazio: dalla teoria alla pratica.*- L'intelligenza artificiale offre ai computer la capacità di apprendere; mostrare processi intellettuali generalmente associati alle persone, come il “pensare” per se stessi e generare inferenza, simulare ragionamenti. Sia chiaro, siamo ancora assolutamente lontani dall'HAL 9000 di “2001: Odissea nello Spazio”, ma stiamo facendo passi da gigante, come si può constatare nella linea del tempo sotto riportata:

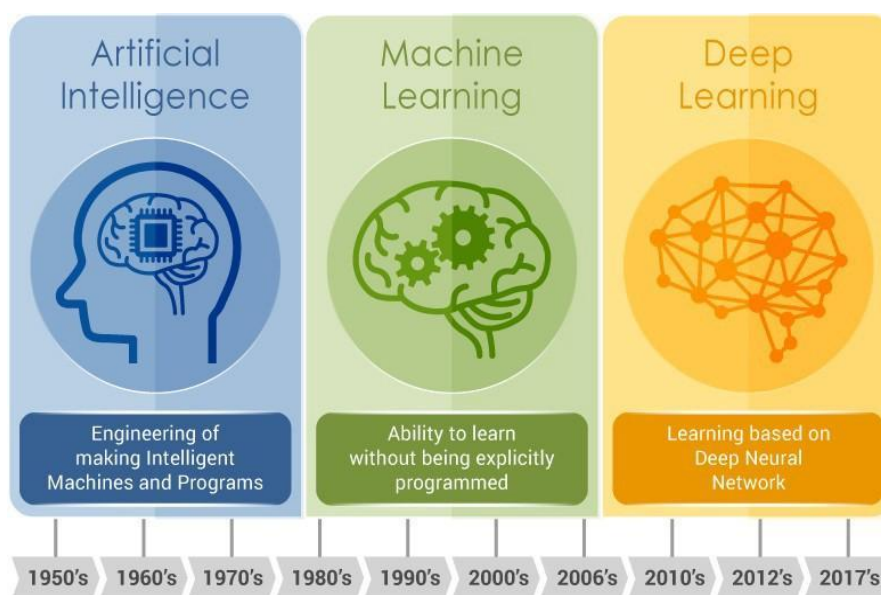


Fig. 16: Storia dell'Intelligenza Artificiale - Fonte: ITU Virtual Workshop 2020

Senza scendere nei dettagli, giusto per fare chiarezza, di seguito si evidenziano i rapporti di inclusione tra AI, ML e DL.

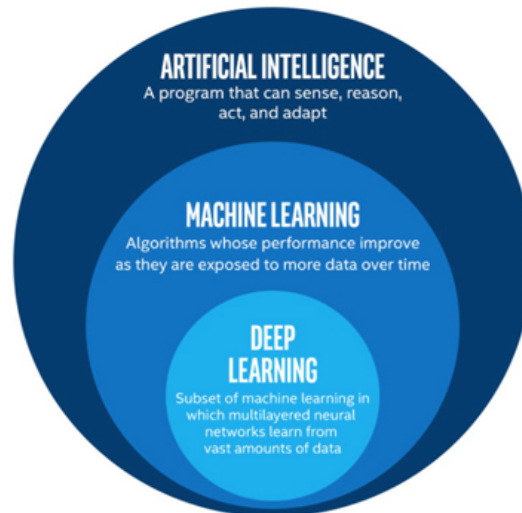


Fig. 17: Rapporti di inclusione tra AI, ML, DL - Fonte: *Difference between AI, Machine Learning & Deep Learning*

Il concetto di base, che poi ritroviamo ampiamente utilizzato nell'aerospazio, è che vogliamo insegnare ai sistemi ad essere autonomi nel prendere decisioni: l'alimentazione, attraverso ingenti quantità di dati, di un sistema informatico, sistema che poi può essere utilizzato per prendere decisioni su altri dati. L'apprendimento profondo funziona nello stesso modo in cui il cervello umano fa una conclusione rispetto a qualsiasi scenario.

Appare ora ancora più chiaro il rapporto tra le tecniche di analisi descritte righe addietro: raccolgo dati dal passato (analisi descrittiva), istruisco i sistemi per stimare cosa succederà in futuro e perchè. In questo i dati satellitari e, come detto, l'EO giocano un ruolo cardine nel fiorire nella nuova economia global. Non è un caso che Elon Musk sia anche proprietario di "OpenAI", azienda californiana la cui mission è "*to ensure that artificial general intelligence benefits all of humanity*".

Così come non è un caso che Jeff Bezos affianchi alla sua Blue Origin gli impressionanti risultati della sempre sua *Amazon Web Services*, in particolare l'*AWS Robotics and Autonomous Services*.

2.8.4.1. *Rilevamento di nuovi pianeti.*- Molte organizzazioni e agenzie governative stanno collaborando a soluzioni di *machine*

learning per il rilevamento di nuovi pianeti, meteorologia spaziale mediante misurazione della magnetosfera e atmosfera. La NASA, ad esempio, ha unito le forze con Google.



Fig. 18: *Kepler-90i* - Fonte: Twitter NASA

“*Kepler-90i*” è stato scoperto addestrando un computer per scansionare enormi quantità di dati stellari raccolti dal telescopio spaziale “*Kepler*” della NASA, che ha passato al setaccio più di 150.000 stelle dal suo lancio nel 2009. “Il sistema stellare *Kepler-90* è come una mini versione del nostro sistema solare”, ha dichiarato Andrew Vanderburg, un ricercatore astronomico dell’Università del Texas ad Austin che ha lavorato alla scoperta. Vanderburg e l’ingegnere del software AI di Google, Christopher Shallue, hanno insegnato a un computer a rivedere circa 35.000 segnali planetari che il telescopio *Kepler* aveva raccolto e identificare quando i segnali trasmessi si erano attenuati. Questo indica quando un pianeta passa, o “transita”, davanti a una stella. Il computer ha quindi trovato deboli segnali di transito che in precedenza erano stati persi e che indicavano l’esistenza dell’ottavo pianeta: *Kepler-90i*.

2.8.4.2. *Veicoli spaziali autonomi*.- Gli ingegneri hanno combinato i dati visivi delle telecamere con le reti neurali per sviluppare sistemi di intelligenza artificiale autonomi senza fare affidamento sul controllo umano o sulla navigazione. Già nell’aeronautica i veicoli autonomi hanno sfruttato il rilevamento di oggetti 3D e la segmentazione semantica per viaggiare da soli sulle strade. I droni autonomi hanno usato la classificazione delle immagini per seguire un percorso senza fare affidamento sui sistemi di posizionamento.

In quest'ottica, con un rapido sviluppo tecnologico e un aumento degli investimenti nel settore *R&D*, l'esplorazione dello spazio sta vivendo un'epoca d'oro grazie all'integrazione dell'AI e dei veicoli spaziali sviluppati per l'esplorazione dello spazio.



Fig. 19: Curiosity – Fonte: NASA archive

Interessantissima l'iniziativa di permettere agli utenti di istruire i sistemi del rover della NASA *Curiosity* (vedi figura): utilizzando uno strumento online per etichettare i tipi di terreno marziano, è possibile addestrare un algoritmo di intelligenza artificiale che potrebbe migliorare il modo in cui gli ingegneri guidano il rover Curiosity.

2.8.4.3. *CIMON (Crew Interactive MOBILE companion)*.- “CIMON” e “CIMON 2” sono assistenti virtuali basati su AI inviati sulla ISS, rispettivamente nell'estate 2018 e a dicembre 2019, a bordo del *Dragon* di SpaceX. Entrambi i robot sono stati sviluppati da Airbus per conto dell'agenzia spaziale tedesca, DLR, e utilizzano il sistema IBM Watson come AI. In figura vediamo il nostro astronauta Luca Parmitano assieme a CIMON.



Fig. 20: Luca Parmitano e CIMON - Fonte : IBM

2.9. IoT: l'Internet delle cose.-

Un web fatto di “cose”, non di righe di codice:
“things, not strings”.

Questa celebre frase, dal sapore squisitamente commerciale, in realtà sintetizza perfettamente l'ideologia alla base dell'IoT: l'evoluzione delle reti, e di Internet in particolare, ha esteso il concetto stesso di rete a oggetti e luoghi reali (“cose”, per l'appunto), che ora possono interagire e trasferire dati ed informazioni. L'oggetto interagisce con il mondo circostante, in quanto è dotato di “intelligenza”, ovvero reperisce e trasferisce informazioni tra rete Internet e mondo reale. Per voler continuare su toni propagandistici, parliamo di unire reale e virtuale, o, meglio, di trasporre i concetti della rete virtuale che tutti noi conosciamo ad una rete di sensori e dispositivi reali.

Non più solo le persone fisiche, le persone giuridiche, le imprese sono riconoscibili sulla rete Internet, ma anche le cose risultano univocamente determinate. La figura che segue è relativa all'*Internet of Space*, un termine perfettamente calzante di cui l'Europa si fa portavoce in prima linea, come si evince dalla figura che segue:

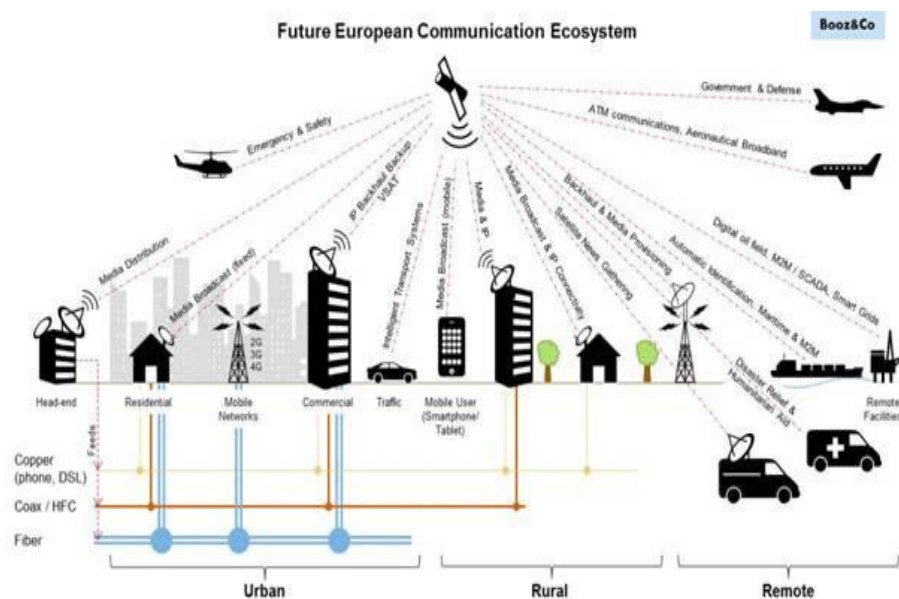


Fig. 21: Future European Communication Ecosystem - Fonte: IDST

La discriminante con il passato verte su prospettive fino a pochi anni fa impensabili: gli oggetti assumono repentinamente un ruolo attivo, ruolo espresso, come si diceva, dalla capacità di rilevare e trasmettere informazioni.

Strizzando un occhio alla linguistica, è come se dessimo uno scossone alla definizione accademica secondo cui il complemento oggetto è “la persona, l’animale o la cosa su cui ricade direttamente l’azione espressa dal verbo”; in questo caso la cosa diventa soggetto, è “lei” che intraprende azioni. Esempi dal quotidiano spaziano dal frigorifero di casa, all’orologio, al semaforo: tutti possono essere considerati esempi di *IoT*.

Un “semaforo intelligente” applica algoritmi di *image detection/processing* per verificare lo stato dell’incrocio che presiede, diventando verde all’avvicinarsi di un’auto, previo controllo di concorrenza con altri veicoli negli altri sensi di marcia. Un “satellite intelligente” dialoga con i semafori di un intero quartiere e coordina il traffico su una porzione di territorio più o meno ampia. Praticamente è come se si integrasse il già citato Google Maps e tanti occhi sulla città, i semafori, per l’appunto.

Nei piani relativi all’Industry 4.0, si attribuisce un peso specifico notevole all’*Internet of Things*, veicolo di nuove frontiere, tanto per fare qualche esempio concreto, in ambiti quali:

- temperatura dell’aria;
- pressione dello spazio;
- movimento (sensori di movimento);
- termostati;
- videocamere;
- rilevatori di luminosità;
- rilevatori di umidità;
- *wearable* (oggetti da indossare, come braccialetti connessi e orologi);
- sensori ambientali e territoriali;
- orientamento nello spazio;
- prossimità (sensori di prossimità);
- immagini (videocamere);
- rilevazione di luminosità;
- rilevazione di onde elettromagnetiche;
- radiofrequenze;
- elettricità, tensione, corrente;
- suoni.

Cambia il mondo della sensoristica, cambia il mondo delle basi di dati, cambiano gli standard e i protocolli di trasmissione, cambiano gli algoritmi di analisi e interpretazione. E, naturalmente, cambiano le competenze. Gli ambiti di applicazione sono molteplici, tanto nel mondo del consumatore finale quanto nell’industria, passando per la manifattura: *smart home*, *smart building*, *smart city*, *smart mobility*, *digital payment* si riferiscono a strategie di pianificazione che migliorano la qualità di vita e cercano di soddisfare le esigenze ed i bisogni degli individui.

Con 25 miliardi di apparati *IoT* stimati da “Accenture” entro il 2020, a questi si affiancano settori altamente impattati, per i quali sono richiesti professionisti con abilità specifiche e in continua evoluzione:

- monitoraggio in ambito industriale, robotica, robotica collaborativa;
- *automotive*, *self driving car*;
- *smart health*: sanità, mondo biomedicale;
- telemetria;
- sorveglianza e sicurezza;
- *smart agrifood*, *precision farming*;
- zootecnica, *wearable* per animali.

Ecco che si comincia a subodorare quanto l'*IoT* abbia da dare al settore spaziale, in una catena di produzione/trasmissione del dato (l'*IoT*, appunto) – raccolta e elaborazione di grandi moli di informazioni (i già citati *Big Data*) – analisi e supporto alle decisioni tramite algoritmi di Intelligenza Artificiale.

È lecito pensare a iniziative in corso di sviluppo quali lo *Square Kilometre Array* (SKA), il noto progetto di cooperazione internazionale che permetterà di combinare i segnali ricevuti da migliaia di piccole antenne sparse per simulare un radiotelescopio gigante capace di sensibilità e risoluzione altissime.

Superare di 50 volte la risoluzione e la qualità delle immagini finora ottenute grazie all'*Hubble*, l'avere un *network* caratterizzato da un 1 km quadrato di area di raccolta, un grande campo di vista, un'estensione di alcune migliaia di km e tecnologie innovative per ricevitori, trasporto ed elaborazione del segnale e calcolo dei dati.

Tralasciando eventuali post-processamenti e compressioni, già nel 2011 si stimava la capacità dell'*array* di sensori di generare un traffico di dati grezzi pari a un exabyte al giorno, ovvero 10^{18} byte. Ancora una volta: *IoT* + *Big Data* + *AI*.

2.9.1. Sicurezza e protezione del dato: la NSE amplifica problemi e contromisure. - Il proliferare di dati, piattaforme e sorgenti informative è direttamente proporzionale ai rischi di attacchi informatici. È ormai evidente l'enorme valore dei satelliti in termini di informazioni e servizi forniti in ambito economico, sociale, telecomunicazioni, medico-sanitario, ambientale, difesa e sicurezza (non cyber) nazionale e via dicendo.

Queste informazioni strategiche fanno gola a molti, hacker in primis. Una riflessione dello *Space Generation Advisory Council* suggerisce come nel dominio spazio ingegneri ed esperti di cyber security trovino uno dei rari casi, forse l'unico, in cui coesistono perfettamente applicazioni civili, militari e commerciali.

In quest'ottica, lo *Space and Cybersecurity Project Group* fa seguito alle tematiche trattate durante lo *European Space Generation Workshop* (ESGW) del 2018 a Bucarest, il cui scopo era portare all'evidenza dei vari stakeholder la natura della sicurezza informatica nelle attività spaziali. Enfasi particolare è stata ed è tutt'ora posta nel coinvolgere governi ed istituzioni circa la delicata decisione se i dati debbano rimanere *open source* o limitati nella loro disponibilità.

Un secondo aspetto, forse trasversale ai mercati, ma probabilmente amplificato nell’ambito spazio è la pericolosità di azioni di *hacking, spoofing, spying*. Ne hanno parlato, ad aprile 2020, Stefano Zatti, con la sua presentazione “*Protecting Space Missions from Cyber Threats*” e Beyza Unal nella sua “*Cybersecurity of space- based Weapons Systems*”.

La dottoressa Unal è ricercatrice specializzata in politica nucleare, sicurezza informatica, sicurezza spaziale e politiche di difesa e sicurezza della NATO alla *Chatham House*. Il professor Zatti ha lavorato all’ESA per 26 anni tra l’ESA *Information Systems Department* e l’ESA *Security Office*, è consulente di *cyber security* e insegna “*Risk Management*” nel corso di laurea sulla sicurezza informatica della Sapienza Università di Roma.

La *cyber security* è uno dei rischi più significativi per la quarta rivoluzione industriale, quella che utilizza tecnologie per rendere i processi di produzione più flessibili e resilienti. Il rischio legato agli attacchi informatici è difatti tra le prime posizioni nella classifica del *Global Risk Report* che elenca gli incidenti di sicurezza con maggiore impatto e probabilità di successo.

La *cyber resilience* riunisce le capacità di sicurezza informatica, continuità aziendale e resilienza aziendale. Applica le strategie di sicurezza degli UID (User ID) per rispondere rapidamente alle minacce, in modo da ridurre al minimo i danni e continuare a operare sotto attacco. Come conseguenza, l’attività può introdurre in modo sicuro offerte e modelli di business innovativi, rafforzare la fiducia dei clienti e crescere di conseguenza. Il terzo sondaggio della *State of Cyber Resilience* di *Accenture*¹ ha analizzato, come si evince in figura 19, 24 settori industriali (tra cui l’aerospazio) in 16 paesi.

¹ THIRD ANNUAL STATE OF CYBER RESILIENCE - INNOVATE FOR CYBER RESILIENCE - Lessons from leaders to master cybersecurity execution – 2020.



Fig. 22: State of Cyber Resilience - Fonte: Accenture Security

Lo studio dell'azienda di consulenza definisce i “*leader*” della *cyber resilience* come performanti in almeno tre delle quattro categorie che seguono: fermare gli attacchi informatici, trovare le violazioni più velocemente, rimediare alle violazioni più velocemente e ridurre l'impatto delle violazioni.



Fig. 23: Third Annual State of Cyber Resilience - Fonte : Accenture Security

2.9.2. *Cyber security: eccellenze italiane dell’aerospazio.*- Non è un caso che due delle aziende maggiormente competitive nell’affrontare le sfide legate alla sicurezza informatica siano proprio consolidate realtà nell’ecosistema aerospaziale. Integrando tecnologie di frontiera e competenze sempre aggiornate, i due colossi hanno implementato piattaforme proprietarie, SOC e, in generale, software di monitoraggio per proteggere sistemi, utenti, dati.

2.9.2.1. *Thales Alenia Space.*- Il gruppo franco-italiano sintetizza in questa immagine, facilmente reperibile sul sito ufficiale², esattamente l’evoluzione e la correlazione tra i capisaldi della *digital transformation* e la *cyber security*.

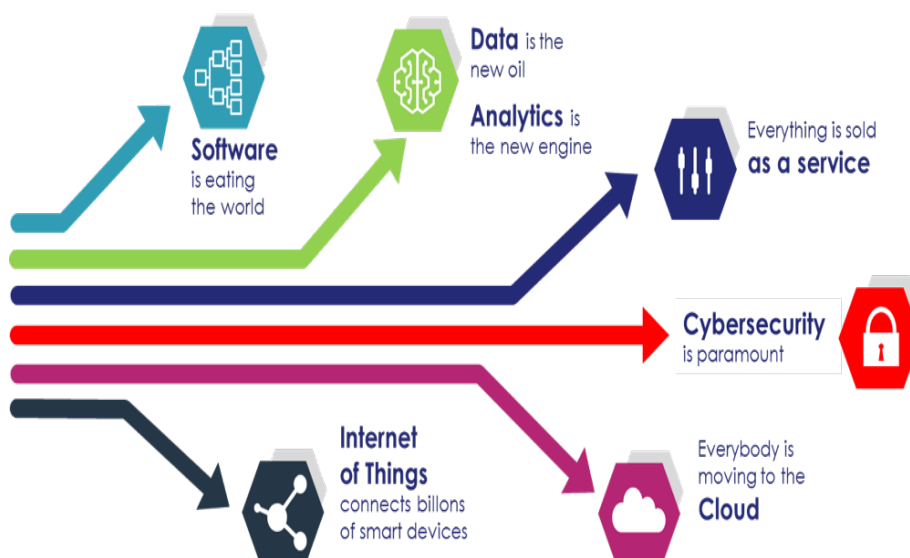


Fig. 24: l’evoluzione e la correlazione tra i capisaldi della digital transformation e la cybersecurity in Thales Alenia Space - Fonte: Headlines

La frase “*No digital transformation without trust. No trust without cyber security*” è lo specchio della società attuale, in cui bisogna gestire l’intero percorso della sicurezza delle informazioni, al fine di creare humus per garantire la trasformazione digitale degli enti governativi, delle imprese private e dei fornitori di infrastrutture critiche più esigenti minimizzando i rischi o, comunque, rispondendo

² <https://www.thalesgroup.com/en/activities/security/critical-information-systems-and-cybersecurity>.

per tempo ad attacchi e minacce, con il fine ultimo di non compromettere i dati e il business.

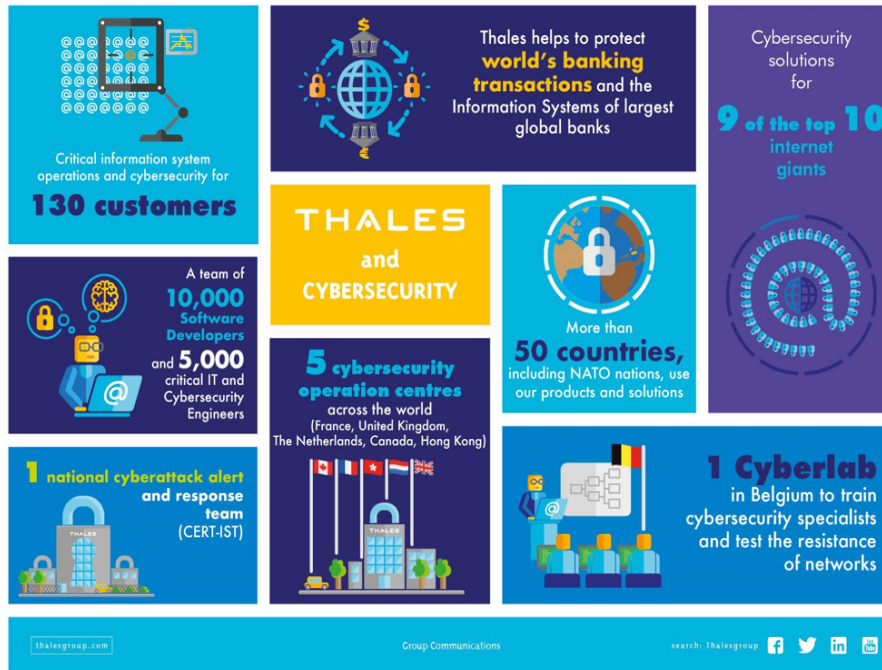


Fig. 25: Thales e Cybersecurity - Fonte : Thalesgroup

2.9.2.2. Leonardo.- Leonardo offre servizi di valutazione dell'infrastruttura ICT, con analisi e gestione del rischio, design, implementazione e gestione di reti sicure, monitoraggio protettivo, nonché formazione e assistenza. Il nuovo Centro di Intelligenza Artificiale di Leonardo gestisce i sistemi di sorveglianza, controllo delle infrastrutture, trasporto urbano, condizioni meteorologiche, sicurezza urbana e molto altro; tutte attività che, come si è visto, trovano nuova linfa nelle osservazioni satellitari.

È un corollario della lodevole iniziativa "*AIRtificial Intelligence*" del 2019 di Leonardo e dell'Aeronautica Militare, che si avvale della partnership tecnologica di Oracle e costituisce una risposta concreta all'esigenza di avvicinare i principali attori dell'*AI* – sviluppatori, ricercatori, università e start-up – al settore aeronautico, in una logica di *open innovation*.

Si tratta di tutti concetti naturalmente replicabili nello spazio, come è facile notare, tanto in termini di organizzazione di *hackathon* per stimolare le idee delle nuove generazioni, tanto per l'aspetto "open" all'apertura nella ricerca di innovazione oltre i confini dell'impresa.

Gli esperti, grazie ad aggiornamenti continui, offrono servizi di varia natura, in primis consulenza per guidare le organizzazioni che desiderano avere la piena certezza di misure efficaci di protezione delle informazioni e di migliorarle in linea con le esigenze aziendali:

- valutazione e audit della sicurezza;
- governance della sicurezza;
- analisi e gestione dei rischi;
- conformità normativa;
- supporto per le certificazioni;
- pianificazione della continuità aziendale e del ripristino di emergenza;
- formazione e sensibilizzazione sulla sicurezza delle informazioni.

Si prosegue con la fornitura di soluzioni chiavi in mano basate su un'analisi delle esigenze del cliente, comprendente l'architettura e le specifiche di progettazione, l'implementazione e l'integrazione in loco. I servizi includono la progettazione di SOC personalizzati, soluzioni di collaborazione sicura (*Unified Communication and Messaging*), gestione delle informazioni con particolare attenzione alla classificazione e protezione dei documenti e applicazioni *Web* in sicurezza. In dettaglio:

- progettazione di reti e applicazioni;
- protezione dei dati e prevenzione della loro perdita;
- sicurezza degli *endpoint*;
- posta sicura/certificata;
- gestione delle identità e firme digitali;
- protezione di messaggi e documenti;
- sicurezza dei dispositivi mobili;
- sicurezza *cloud* e protezione dell'ambiente virtuale;
- minacce e analisi *malware*

2.10. *Le eccellenze italiane.*- L'aerospazio è un settore di eccellenza dell'industria italiana, con uno spiccato interesse per l'innovazione.

Il settore spaziale italiano è un'icona della medesima industria, in quanto riflette bene alcune delle sue caratteristiche fondamentali,

come la capacità di operare ai massimi livelli in termini di tecnologie all'avanguardia e di competere con i maggiori *player* globali. L'Italia, infatti, è sempre stata protagonista dell'industria spaziale, essendo tra l'altro uno dei primi Paesi ad aver lanciato un satellite in orbita; la tecnologia e i componenti italiani sono molto spesso parte essenziale dei nuovi satelliti o delle nuove missioni spaziali. Inoltre, l'industria aerospaziale italiana detiene il terzo posto in Europa per fatturato dopo Germania e Francia, per un totale di 2 miliardi di euro, la maggior parte dei quali è esportata.

Cooperazione internazionale e integrazione in ambito multinazionale è, senza ombra di dubbio, la chiave del successo delle aziende italiane e, per questo motivo, la maggioranza delle attività è condotta in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

2.10.1. *Innovazione tecnologica.*- Le attività di innovazione tecnologica e ingegneristica sono al centro di tutto, al servizio del settore spaziale nazionale e internazionale.

Esse comprendono l'armonizzazione tecnologica e le attività di coordinamento della catena nazionale, lo sviluppo di studi e soluzioni ingegneristiche per le future missioni spaziali, la produzione di sistemi e sottosistemi innovativi e la rappresentanza presso i consigli di coordinamento tecnologico nazionale e internazionale.

Da essi dipende, inoltre, la capacità del Paese di accedere, utilizzare e studiare lo spazio. L'utilizzo di tecnologie abilitanti proprietarie è fondamentale, sia per quanto riguarda gli aspetti scientifici che per quelli applicativi e commerciali. L'area di competenza tecnologica ha il compito di assicurare che le tecnologie richieste siano rese disponibili in base alle necessità per le missioni future, attraverso progetti di R&S a livello nazionale ed europeo.

2.10.2. *Trasporto spaziale.*- Oggi, attraverso l'ASI e l'industria italiana, l'Italia porta avanti una lunga e importante tradizione di ricerca nel campo della propulsione spaziale. La missione primaria perseguita dal nostro Paese nel campo del trasporto spaziale mira a sostenere lo sviluppo e la produzione di sistemi di trasporto che contribuiscano all'indipendenza strategica dell'accesso europeo allo spazio. I sistemi di trasporto spaziale sono per loro natura complessi e richiedono enormi capacità progettuali e di produzione e la disponibilità operativa di infrastrutture a terra dedicate. Per questo motivo essi sono prodotti principalmente attraverso una cooperazione a livello europeo, all'in-

terno dell'ESA, ma anche tramite una cooperazione a livello internazionale (in particolare con i partner russi), accompagnata da un'attività nazionale fortemente sinergica e complementare.

2.10.3. *Esplorazione.*- L'esplorazione del Sistema Solare, iniziata negli anni Sessanta con la corsa alla Luna, si è rivolta a partire dal decennio successivo prima ai pianeti più vicini e più simili alla Terra, Venere e Marte, per raggiungere progressivamente tutti gli altri corpi e i confini estremi del sistema solare. L'Italia e l'ASI contribuiscono da almeno due decenni in maniera determinante alle più grandi missioni internazionali in questo campo.

Strumenti scientifici italiani sono presenti su sonde americane ed europee come Mars Express, TGO e MRO (in orbita attorno a Marte), BepiColombo, per lo studio di Mercurio, ed ExoMars, che porterà un rover automatico su Marte nel 2022. L'Italia è stata protagonista anche nelle missioni Cassini-Huygens (che ha studiato il sistema di Saturno) e Rosetta (dedicata allo studio della cometa Churyumov-Gerasimenko) ed è presente nelle sonde europee dedicate allo studio degli esopianeti, Cheops, lanciata nel 2019, e Plato, che sarà lanciata nel 2022.

2.10.4. *Navigazione, Osservazione della Terra e Telecomunicazioni.*- Il nostro pianeta è circondato da costellazioni di satelliti che permettono di ricevere immagini provenienti da ogni parte del globo, di telefonare ovunque, di seguire lo spostamento di mezzi mobili, di rendere sicura la navigazione aerea e navale. Una rete globale che sta cambiando profondamente la nostra vita quotidiana e lo farà sempre di più nei prossimi anni, contribuendo in modo determinante allo sviluppo economico.

L'Italia, attraverso l'Agenzia Spaziale Italiana, si è conquistata in questo settore un ruolo significativo grazie a importanti investimenti. A livello nazionale, ha realizzato i satelliti Sirio (1977) e Italsat F1 e F2 (1991, 1996). In ambito europeo, ha partecipato a diversi progetti di sviluppo satellitare, tra cui Artemis (2001). In ambito europeo ha contribuito in maniera rilevante al successo del programma *flagship* Galileo.

Il futuro del settore della telecomunicazione e della navigazione è legato ad una nuova generazione di satelliti pensati per adattarsi a diverse missioni: dalle comunicazioni mobili ai servizi multimediali, dal monitoraggio ambientale alla navigazione assistita da satellite per il posizionamento preciso nel trasporto aereo, marittimo e terrestre.

2.11. *Programmi, alleanze, compenetrazioni di competenze: una corsa alla competizione sui dati*

2.11.1. *Iridium Cloud Connect*.- Attraverso la sua costellazione di 66 satelliti *crosslinked*, *Iridium* è l'unica società di comunicazione che offre una copertura veramente globale ed è ideale per applicazioni *IoT*. “*Cloud Connect*” perché è soluzione basata su *cloud*, per l'appunto, e la scelta della piattaforma di sviluppo e connettività è caduta proprio su *AWS*, l'*Amazon Web Services* di Jeff Bezos.

“*Iridium Cloud Connect* illustra come la rete *Iridium* può connettersi, monitorare e controllare le risorse praticamente ovunque sul pianeta”, afferma Matt Desch, CEO di *Iridium*. “Ciò conferma perché abbiamo continuato a diventare la rete *de facto* scelta dai clienti per sviluppare i loro servizi *IoT* satellitari”. Un frase che si può leggere sul sito ufficiale di *Iridium* racchiude un po' tutta la filosofia legata alle nuove frontiere del dato nello spazio (e non solo): “*global businesses need access to global data*”.

Non ci sono compromessi, essere competitivi oggi significa garantire:

- connessione veloce e bassa latenza tra i dispositivi;
- abbassare i tempi di sviluppo e i costi;
- ridurre gli sforzi dell'ingegneria;
- rendere più veloce il *time to market*;
- standardizzare protocolli e interfacce di comunicazione tra dispositivi.

Questa soluzione consentirà ai clienti *Iridium* di creare programmi di trasmissione dati *end-to-end* per sistemi *IoT* ospitati sui server in *cloud* di Amazon; parliamo a tutti gli effetti di comunicazione intelligente fra i dispositivi.

La piattaforma satellitare parla italiano: Thales Alenia Space ha infatti la paternità della nuova costellazione di satelliti, denominata “*Iridium Next*”, per l'erogazione di servizi mobili avanzati dallo spazio.

La campagna ha lanciato una costellazione di satelliti per telecomunicazioni in orbita bassa terrestre, comprendente, come già accennato, 66 satelliti operativi su sei piani orbitali a un'altitudine di 780 km, ognuno comprendente 11 satelliti interconnessi. La costellazione include anche nove ricambi in orbita e altri sei a terra. Per dare un'idea delle loro dimensioni, ogni satellite pesava 850 kg al momento del lancio, circa il peso di una piccola automobile. “Over the last three years, the upgraded *Iridium* satellite constellation has proven

to be robust and reliable, with every satellite operating at high performance" ha detto Matt Desch, CEO di Iridium. "I want to thank Thales Alenia Space, industrial prime contractor for the program, for the excellent job done on this incredibly complex and important program." Una rete globale che fornisce capacità di comunicazione mobile senza rivali (per persone, veicoli terrestri, aerei e navi), i satelliti Iridium NEXT sono progettati appositamente per offrire una copertura globale a tutto tondo, inclusi oceani e poli. Questo sistema complesso, riconosciuto per la sua robustezza e raffinatezza, è l'unico del suo genere a operare al di sopra degli oceani e dei mari, che ovviamente coprono circa il 70% del nostro pianeta.

2.11.2. *e-GEOS*.- Fondata nel 2009 grazie ad un accordo tra ASI (20%) e Telespazio (80%), è cresciuta esponenzialmente negli ultimi dieci anni di attività legate all'Osservazione della Terra; acquisendo la tedesca GAF, azienda specializzata nella gestione del territorio e delle foreste, opera con successo tra Roma, Matera e Neustrelitz grazie allo spirito e alla passione di oltre 500 professionisti. Coprendo l'intera catena del valore, dall'acquisizione dei dati alla generazione di report analitici, *e-GEOS* sta lavorando per l'analisi dei *big data*, basata sull'integrazione di diverse fonti, offrendo un portfolio di servizi unico.

e-GEOS rappresenta ad oggi un *multimission hub* di dati satellitari, sia radar che ottici, atti a coprire anche gli scenari più sfidanti nello scenario di Osservazione della Terra, soddisfacendo le esigenze di *Near Real Time* (NRT) e le attività di emergenza quali il *Search and Rescue*.

Parliamo di COSMO-SkyMed, naturalmente, ma anche di *Black-sky*, *DigitalGlobe*, *Deimos Imaging*, *IRS (Indian Remote Sensing)*, *Kompsat (Korean Multi-Purpose Satellite)*, *Alos*, *Radarsat*. Partnership importanti per osservare il nostro pianeta giorno e notte, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche.

e-GEOS, tramite lo sviluppo di algoritmi proprietari e agli investimenti nella digitalizzazione delle proprie attività, integra l'ampio spettro dei dati satellitari con i dati generati da una pluralità di sensori, un *big-data lake* dal quale si estraggono indicatori e informazioni significative per una grande pluralità di settori.

2.11.3. *BiDS (Big Data from Space)*.- È un appuntamento ricorrente, una conferenza in cui si analizza lo stato dell'arte dei *Big Data* nel dominio spazio. L'appuntamento è giunto alla sua quarta edizione

con “BiDS’19”, all’insegna del motto che racchiude il sunto di questa breve rassegna dedicata alle competenze dei dati nella NSE: “*Turning data into insights*”.

È stato organizzato in collaborazione con l’Agenzia Spaziale Europea (ESA), il Centro comune di ricerca (CCR) della Commissione europea e il Centro satellitare dell’Unione Europea (SatCen). È stato ospitato dal *German Aerospace Center* (DLR) di Monaco, una delle principali città europee con numerose attività incentrate sullo sviluppo e le applicazioni spaziali e aerospaziali.

Lo scopo di questi incontri è un confronto di competenze per concentrarsi sui nuovi paradigmi dell’intelligence dei dati, paradigmi che si rivolgono all’intera catena del valore: elaborazione dei dati per estrarre informazioni, analisi delle informazioni per raccogliere conoscenze e trasformazione delle conoscenze in valore:

- massimizzare la diffusione e l’impatto dei dati spaziali multi-sorgente;
- promuovere l’uso di piattaforme e metodi analitici attuali per l’esplorazione dell’*outer space*, lo sfruttamento commerciale e le applicazioni operative, con il fine ultimo di apportare benefici per la società;
- riunire i principali attori europei, tra cui ricerca, industria, istituzioni e utenti, per rafforzare la comunicazione e il trasferimento di requisiti, metodi e tecnologie e dare impulso ad un approccio interdisciplinare;
- promuovere la ricerca e le applicazioni in metodi di analisi dei dati innovativi e dirompenti;
- promuovere l’*upscaling* di nuove soluzioni dalla ricerca e innovazione all’uso operativo;
- promuovere la fertilizzazione incrociata con lavori simili in altri domini ad alta intensità di dati (ad es. fisica delle alte energie, microbiologia, social media)

2.12. *Il futuro dell’esplorazione spaziale.*- Se andiamo a cercare la definizione di “fantascienza” troviamo sicuramente un riferimento al romanzo scientifico, la nostra Treccani parla di “genere avventuroso, che, a partire da ipotesi di carattere più o meno plausibilmente tecnico-scientifico e ipotizzandone uno sviluppo lineare, descrive un presunto futuro prossimo o remoto della Terra”, ma si fa riferimento anche a “evocazione ed elaborazione di idee ingegnose e inquietanti”.

In questa definizione sono condensati molti temi fondamentali che hanno guidato la corsa allo spazio e che ricadono più o meno naturalmente anche nello sviluppo della *New Space Economy*.

In prima battuta, nonostante il passaggio forte di commercializzazione dello spazio che stiamo vivendo e che stiamo sviluppando in questo elaborato, lo spirito primigenio del “fare spazio” è l’avventura,

la voglia e il desiderio di scoprire sempre di più, rispondere alle domande: "cosa c'è oltre la Terra?" e "chi c'è oltre la Terra?".

Un secondo concetto evidente è la stretta correlazione tra fantasia e scienza, una mutua alimentazione tra ciò che immaginiamo e ciò che poi riusciamo davvero a realizzare.

Jules Verne nel 1865, in "Dalla Terra alla Luna", immaginava l'invio di uomini verso la Luna imbarcandoli all'interno di una enorme proiettile sparato da un gigantesco cannone. Grandi progressi sono stati fatti nelle scienze e nelle tecnologia, in particolare nel settore della propulsione spaziale, fattore chiave per i viaggi interplanetari, per i quali sono in studio tecniche innovative, tra le quali, ad esempio, le vele solari, forma di propulsione spaziale che sfrutta la pressione di radiazione.

Ma il fatto che una radiazione elettromagnetica eserciti una pressione su ogni superficie esposta fu teorizzato dal matematico e fisico scozzese James Clerk Maxwell nel 1871, quindi solo sei anni dopo il romanzo di Verne.

Soprattutto, abbiamo il successo concreto e misurabile della sonda giapponese IKARUS (*Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun*), lanciata il 20 maggio 2010 dalla JAXA, che è passata entro 80.000 chilometri da Venere l'8 dicembre dello stesso anno.

A dispetto di quanto possa suggerire il nome ai più scaramantici, la fine di Icaro l'ha fatta invece la sonda equivalente della NASA del progetto "Nanosail-D": per la "Nanosail-D1", sfortunatamente, la missione si è conclusa con un fallimento circa due minuti dopo il lancio, quando il veicolo di lancio di SpaceX *Falcon 1* ha avuto un problema durante la separazione dello stadio e non è stato in grado di raggiungere l'orbita terrestre. La "Nanosail-D2", dal canto suo, non solo ha avuto sorte più dignitosa, ma ha anche dimostrato con successo la possibilità di mettere in orbita nanosatelliti autonomi utilizzando microsatelliti FASTSAT-HSV (*Fast Affordable Science and Technology Satellite - Huntsville*).

"NanoSail-D2" è stato lanciato su un razzo "Minotaur IV", il che fa sorridere perché proprio il padre di Icaro, Dedalo, costruì il labirinto per il Minotauro a Creta.

E non finisce qui, perché Robert Forward, scrittore di fantascienza e fisico, ha proposto l'uso di una vela solare per i viaggi verso le stelle lontane nel suo "*Flight of the Dragonfly*", facendo un passo in più: coraggiosi astronauti partono per Roche, uno strano

pianeta doppio, per metà ricoperto dalle acque e abitato da creature intelligenti simili alle balene. L'astronave usa come mezzo di propulsione una enorme vela solare, spinta da sottili e intensi raggi luminosi emessi da laser, alimentati dalla radiazione solare e in orbita attorno al Sole. Quando l'astronave si approssima al suo obiettivo, una parte della vela viene tagliata, al che i raggi laser vanno oltre l'astronave; quando questi raggi sono riflessi all'indietro, colpiscono la parte restante della vela solare dalla direzione opposta, rallentando il veicolo e consentendo ai passeggeri di atterrare.

Tutto questo per dire che le rivoluzioni scientifiche nascono dalle idee, le idee dall'immaginazione, da quella capacità di passare dal particolare al generale e viceversa, non lasciandosi frenare dai vincoli che lo status quo impone, siano essi tecnologici o epistemologici.

Tuttavia, molte idee – e qui rievochiamo la definizione della Treccani da cui siamo partiti – sono anche inquietanti: paradossalmente, forse, proprio le idee più ingegnose sono direttamente proporzionali alle paure suscitate dai loro effetti sul pubblico e sulla comunità scientifica.

E qui non parliamo solo di esplorazione spaziale: facile pensare di raggiungere Marte e trovare forme di vita ostili non previste dagli attuali studi sul pianeta rosso, la cinematografia e la letteratura sono piene di “omini verdi” di tutti i tipi con mire espansionistiche sulla Terra.

La *New Space Economy*, con la sua evoluzione esponenziale e con modelli di business completamente cambiati nelle dinamiche, negli attori e, fondamentalmente nelle tre C affrontate in questo scritto, genera l’“inquietudine” della Treccani anche a livello socio-economico.

Si prospettano nuovi scenari, gli equilibri cambiano, gli *asset* dei grandi *big* dello spazio possono sgretolarsi in un battito d'ali di una libellula (non quella di Forward).

O, forse, dovremmo parlare di battito d'ali di una farfalla, andando a citare il film “*The Butterfly Effect*” di Eric Bress del 2004, in cui “si dice che il minimo battito d'ali di una farfalla sia in grado di provocare un uragano dall'altra parte del mondo”. A causa della globalizzazione e della complessità caratterizzanti l'epoca attuale, esistono relazioni di inter-retroazione tra ogni fenomeno e il suo contesto e tra quest'ultimo e il contesto planetario.

L'effetto farfalla della teoria del caos potrebbe trovare riscontro proprio nelle conseguenze della *New Space Economy* sulla vita di

ognuno di noi; anzi, laddove si ritiene che piccole variazioni nelle condizioni iniziali producano grandi variazioni nel comportamento a lungo termine di un generico sistema, nel caso di competenze, capitali e competizione spaziali, le variazioni sono tutto fuorché piccole ... figurarsi le conseguenze.

Basti pensare agli impatti della scoperta di materiali rari e/o preziosi per la Terra sui corpi celesti, obiettivo di quello *Space Mining* che punta principalmente sugli asteroidi.

Sugli asteroidi vicini alla Terra si stimano 7.500 tonnellate di platino per un valore che supera i \$150 billions, tanto per dare un ordine di grandezza, ma troviamo anche nichel, ferro, magnesio o titanio.

Apriamo una veloce parentesi sugli asteroidi di tipo C, i più comuni (circa il 75% stimato sul totale), costituiti principalmente da carbonio e sui quali è possibile anche reperire acqua, metano, azoto.

Proprio una riflessione sul carbonio può dare un'idea della cassa di risonanza delle nuove scoperte legate alla *NSE*.

I diamanti sono cristalli realizzati in carbonio puro. Possono formarsi da una potente collisione oppure possono formarsi in un ambiente denso in cui le pressioni sono molto elevate, come all'interno di una roccia spaziale. La larghezza dei diamanti all'interno dei meteoriti era solo di circa 100 micrometri, ma ciò li rendeva ancora troppo grandi per essere stati formati da due normali asteroidi in collisione. Tali diamanti potrebbero formarsi, tuttavia, all'interno di asteroidi molto grandi. Qualora l'asteroide fosse largo almeno 1.000 chilometri (600 miglia), la pressione al suo interno potrebbe essere abbastanza elevata da "spremere" il carbonio in diamanti.

In prima istanza appaiono evidenti solo i risvolti positivi dello spostare le attività minerarie nello spazio, ma soffermiamoci per un attimo a riflettere sui possibili effetti collaterali: cosa succederebbe se di colpo l'Africa non fosse più il principale bacino mondiale nella catena di produzione delle preziose gemme? Finirebbero forse i tristi eventi legati ai "*Blood Diamonds*", ma cosa succederebbe ai magnati del diamante? Il gruppo "*De Beers*" stringerebbe una partnership con Elon Musk per portare sulla fascia degli asteroidi i nuovi minatori spaziali sul *Dragon*?

Interrogativi simili a quanto avviene ogni qualvolta si affronti il discorso delle energie alternative alla distillazione del petrolio: cosa sarebbe di interi stati che proprio sul petrolio fondano la loro economia?

Lo spazio offre, ancora una volta, interessantissimi spunti, nello specifico su come convertire l'energia solare in energia elettrica direttamente dallo spazio è possibile.

I *Solar Arrays* della *International Space Station* sono attivi: la NASA e i suoi partner hanno sviluppato un metodo per montare gli *array* solari su una sorta di coperta che, in quanto tale, può essere piegata come una fisarmonica per essere consegnata nello spazio e quindi dispiegata fino alla sua dimensione completa una volta in orbita. Una volta in orbita, i *controller* di terra hanno inviato comandi per distribuire le coperte alla loro massima dimensione. Speciali giunti vengono utilizzati per ruotare le matrici in modo che siano rivolte verso il Sole, al fine di fornire la massima potenza alla stazione spaziale. Ciascuno degli otto *array* solari è lungo 34 metri e largo 12.

In pratica, la ISS si autoalimenta, un concetto estremamente interessante che ci porta a fare un gradino in più nella scalinata verso un uso più intenso delle risorse spaziali, il cui effetto è quello di correre con la fantasia a veri e propri scenari di colonizzazione celeste.

Sulla Terra siamo autosufficienti: produciamo-consumiamo tutto quello che ci serve, in un ciclo continuo che sta portando le materie prime a scarseggiare.

Siamo un pianeta fragile, come ci ricorda Ulf Merbold nel 1988 in virtù della sua esperienza come astronauta dello Shuttle: «For the first time in my life, I saw the horizon as a curved line. It was accentuated by a thin seam of dark blue light-our atmosphere. Obviously, this was not the "ocean" of air I had been told it was so many times in my life. I was terrified by its fragile appearance».

Ma non è sempre stato così: per il 99.9% del tempo da quando è nata la nostra specie, siamo stati cacciatori e raccoglitori, vagabondi nelle savane e nelle steppe. Non c'erano guardie di frontiera allora, nessuna dogana, nessun dazio. La frontiera era ovunque (o da nessuna da parte, a seconda dei punti di vista). Eravamo confinati solo dalla Terra, dall'oceano e dal cielo.

Un giorno abbiamo abbandonato la vita nomade, cominciando ad addomesticare piante e animali. Perché inseguire il cibo quando puoi farlo venire da te?

Ecco, a cosa puntano governi e istituzioni in una più o meno remota ipotesi di colonizzazione di pianeti che non siano la Terra? Come intervengono i privati? La ricerca e gli interessi commerciali sono sempre convergenti o assisteremo ad una guida dei secondi sulla prima? Non si dovrebbe rispondere ad alcune domande con altre

domande, ma potrebbe essere interessante chiedersi cosa succederebbe se modelli previsionali avanzati, basati sull'intelligenza artificiale, ci dessero la data esatta della fine della Terra e se solo una parte della popolazione potesse essere evacuata.

Università, industria e agenzie giocherebbero sicuramente un ruolo chiave nel decretare chi deve restare ed estinguersi e chi, al contrario, partire e ripopolare un altro pianeta.

Ma il discorso è estremamente complesso e molte euristiche che potrebbero essere formulate a cuor leggero potrebbero rivelarsi fatali: "largo ai giovani", per dirne una, in virtù di capacità fisiche di indubbia superiore freschezza per ripopolare la specie e riavviare il volano di un nuovo mondo. Benissimo, ma non sono forse i più anziani i depositari delle competenze che servono per ricostruire *ex novo* una nuova popolazione da abitare?

Mondo da abitare ... e da governare. La Terra vede ad oggi ancora le più disparate forme di governo, dalle dittature alle repubbliche, passando per principati e monarchie.

Quale forma di governo sarebbe più appropriata in una colonia spaziale nascitura? E, ancora, data una forma di governo nel transitorio iniziale, sarebbe necessariamente la stessa a regime?

Lavorare sulle infrastrutture per gettare le basi di trasporto sul nuovo pianeta potrebbe essere un buon inizio, ma la popolazione dell'ottavo continente dovrebbe comunque pensare a come procacciarsi il nutrimento, dopo un carico iniziale di provviste.

In concreto, potrebbe venirci in aiuto la stampa 3D, da una prima analisi superficiale così distante dallo spazio; la realtà, spesso, ci sorprende, soprattutto in questa *NSE* dove la linea del tempo corre più veloce di quanto tecnici, scienziati, economisti stessi potessero ipotizzare. Parti realizzate con le stampanti 3D sono già andate nello spazio.

L'industria aerospaziale è stata, in verità, tra le prime ad adottare la tecnologia 3D, progettando componenti stampati in 3D e risparmiando sui costi, sui materiali e sui tempi di realizzazione. Il vantaggio principale è quello di avere parti con un peso specifico molto ridotto.

Il che ci porta a seguire le teorie che vedono l'inviare strumenti autoalimentati (tendenzialmente usando il fotovoltaico) per costruire le infrastrutture atte all'insediamento umano prima dell'arrivo effettivo dei "coloni". La prima stampante 3D lanciata in orbita il 21 settembre 2014, si chiamava "Zero-G" ed è stata costruita dalla NASA, in collaborazione con *Made in Space*. A bordo di una capsula

Dragon di SpaceX è stato possibile verificare il funzionamento della stampa 3D FDM. Sempre nel 2014, a novembre, l'astronauta italiana Samantha Cristoforetti ha portato a bordo della Stazione Spaziale Internazionale POP3D, una stampante 3D portatile frutto della collaborazione tra Altran e Thales Alenia Space. Il suo compito era quello di stampare pezzi di ricambio, potendo, in questo modo, rinunciare ai rifornimenti dall'esterno. Due anni dopo, una seconda stampante *Made in Space*, chiamata *Additive Manufacturing Facility* (AMF), è stata inviata come struttura permanente sull'*International Space Station*, per fornire servizi di produzione hardware sia alla NASA che al laboratorio nazionale statunitense a bordo. AMF è in grado di produrre oggetti complessi e di grandi dimensioni molto velocemente e con un'elevata precisione.

Appare evidente l'estensione teorica del concetto di autosussistenza: preparare il terreno a chi intraprenderà i primi viaggi oltre i confini del nostro pianeta natale, con stampanti 3D, opportunamente alimentate a energia solare, che costruiscano in autonomia gli oggetti e le strutture di prima necessità precedendo l'arrivo dell'uomo.

Se ancora non abbiamo degli "ascensori astrali" che ci permettano di andare e venire a piacimento dalla Luna o da Marte, è vero comunque che stiamo vivendo un momento di transizione epocale nella storia dello spazio, qualcosa che non si vedeva da quel 1969 che tutti conosciamo.

Salta subito all'occhio che, con la tecnologia degli anni '60, abbiamo dato vita al successo dell'Apollo 11, eppure, nonostante l'evoluzione della scienza e della tecnica, nessuno ha più messo piede sul suolo lunare o si è spinto oltre. Sarebbe stato lecito pensare a tanti altri Neil Armstrong e Buzz Aldrin, forse sulla scia dell'entusiasmo iniziale, si sono fatte tante stime di viaggio sul pianeta rosso, si pensava di far sbarcare i primi uomini su Marte nel 1981 e realizzarvi una base permanente entro la fine degli anni '80. Cosa è successo, dunque? Perché dopo mezzo secolo non siamo ancora davvero tornati a esplorare lo spazio?

Andare su Marte è estremamente costoso, servono compagnie commerciali che aiutino ad abbattere i costi e che interagiscano con agenzie e accademie.

Ed ecco che i tavoli da gioco sono gli stessi, ma cambiano le regole e i giocatori: magnati quali Richard Branson, Jeff Bezos, Elon Musk vogliono e possono tirare i dadi. Proprio a quest'ultimo è stato concesso l'uso della celeberrima piattaforma 39A del *Kennedy Space*

Center, il complesso di lancio testimone di alcune tra le tappe fondamentali della storia dell'uomo alla scoperta dello spazio: dal 9 novembre 1967 con il "*Saturn V*" della missione senza equipaggio Apollo 4 fino al *Falcon Heavy* proprio dello stesso Musk, passando, naturalmente per l'Apollo 11.

Il CEO di Tesla e cofondatore, tra gli altri, di Paypal e di OpenAI ha il PAD 39A in leasing per 20 anni

L'opera di Musk è solo la manifestazione di ciò che molti come lui hanno capito da tempo: le competenze per il futuro dello spazio devono lavorare con il comune intento di rendere l'uomo una creatura multiplanetaria.

Le risorse della Terra non sono infinite, così come il nostro pianeta presenta numerosi fenomeni naturali che possono portare all'estinzione della razza umana; investire nella colonia di nuovi pianeti, studiando la compatibilità con le esigenze dell'essere umano (aria, acqua, nutrienti, clima) significa investire nel futuro della specie, minimizzando il rischio di vedere scomparire la nostra specie.

Si noti come già il *Saturn V* di Wernher von Braun fosse sovradimensionato per raggiungere la Luna: nessun errore di calcolo, nessun "vettore sotto steroidi", la verità è che lo stesso barone tedesco mirava già a Marte.

Tornando a Musk, il debutto dei privati in prima linea segna una svolta epocale, soprattutto nell'approccio alle missioni, con il fallimento visto come mezzo e non come opzione.

"Fail fast, succeed faster".

Infatti, con il *Falcon 1*, prima creatura della SpaceX, Elon Musk aveva calcolato di potersi permettere 3 lanci. Fallirono tutti e tre. Per fortuna, riuscì a mettere insieme le risorse per un quarto lancio, un successo da cui discesero il *Falcon 9* e il *Falcon Heavy*.

Ma ciò che deve risultare evidente a chi leggerà queste righe è il cambio di prospettiva, laddove il fallimento diventa parte integrante di un processo di raffinamenti successivi che porta al successo, che conduce al premio finale.

Arrivare su Marte. Arrivarci spendendo poco. Questo porta a un ulteriore ribaltamento del sistema economico di riferimento per i vettori: la riusabilità, laddove per "sistemi riutilizzabili" si intendono sistemi di lancio mirati a permettere il recupero totale o parziale delle parti del sistema per un successivo riutilizzo.

Concetto già noto e applicato con lo Space Shuttle, ma con quest'ultimo fallito in termini di costi, poiché si è finito per spendere

paradossalmente di più con un velivolo riutilizzabile rispetto ad uno standard.

Tuttavia, come accennato, i nuovi *big* di questo “spazio commerciale” puntano molto al concetto di riuso: il razzo *New Shepard* della *Blue Origin* di Jeff Bezos ha il primo e il secondo stadio recuperabili (tuttavia è in grado di compiere solo voli suborbitali). *Scaled Composites* ha lanciato due prototipi di spaziplani suborbitali per la *Virgin Galactic* di Richard Branson; SpaceX ha dimostrato la possibilità di recuperare il primo stadio del *Falcon 9* sia sulla terraferma che in mare; il *Falcon Heavy*, il più potente razzo operativo oggi, è, per semplificare, proprio un complesso di tre *Falcon 9* per un totale di 27 motori *Merlin*; sempre di SpaceX, infine, è il progetto “*Starship*”, il primo velivolo completamente riutilizzabile il cui primo lancio è previsto proprio nei giorni di redazione di questo elaborato.

Ci aspettano nuove avventure, le nuove generazioni saranno protagoniste di impressionanti cambi di paradigma e nella *NSE*, le tre C - competenze, capitali, competizioni - saranno le tre variabili dello stesso sistema. A noi trovare le tre equazioni per risolverlo.

«C'è una singola luce scientifica, e dovunque si accenda significa accenderla ovunque»³.

2.12.1. *Viaggi interstellari*.- «Oggi ci impegniamo in questo prossimo grande salto nel cosmo, perché siamo umani e la nostra natura è volare»⁴.

A 55 anni dallo storico 12 aprile in cui Yuri Gagarin divenne il primo uomo nello spazio, un annuncio senza precedenti nella storia è rimbalzato di testata giornalistica in testata giornalistica. Leggendo il contenuto della notizia si può ben capire come la notizia fosse inedita per ovvie ragioni, si trattava di una sfida mai immaginata, ovvero raggiungere una stella che non sia il nostro Sole. La stella in questione è Alpha Centauri, il sistema stellare più vicino alla Terra ma comunque a una distanza proibita da limiti non facilmente abbattibili (4,3 anni luce, circa 40.000.000.000.000 di chilometri. Anche la sonda più veloce impiegherebbe circa 30 mila anni prima di raggiungerla). Ma se di limiti vogliamo parlare, quello che rende la notizia ancora più stravolgente è il pulpito da cui arriva, ovvero la sedia a rotelle elettrica che per più di 40 anni ha permesso ad una mente brillante come quella

³ I. Asimov.

⁴ S. Hawking.

del cosmologo Stephen Hawking (1942-2018) di continuare ad interagire con il resto del mondo. Tutto ciò non può che incoraggiare l'uomo a sognare. Secondo lo scienziato britannico, autore di innumerevoli scoperte in campo astrofisico, il progresso tecnologico permetterà all'uomo di "vedere da vicino" una stella "entro una generazione". Parliamo dunque di questo cantiere visionario, un programma stellare noto come *Starshot Breakthrough*.

Gli scienziati della *Breakthrough Initiatives* lavorano ad un'idea secondo la quale sia possibile imprimere un'accelerazione a una serie di piccoli moduli spaziali fino a sfiorare i 200 milioni di km/h, circa il 20% della velocità della luce. Una serie di minisatelliti opportunamente messi in orbita dovrebbero dispiegare un sottilissimo e ampio foglio, come un aquilone spesso pochi atomi e largo qualche metro. A questo punto una serie di raggi laser da sorgenti molto potenti dovrà colpire il bersaglio generando, in un paio di minuti, un vento luminoso da 100 gigawatt (tanta energia quanta ne serve per far decollare uno *Space Shuttle*).

Parlando in questi termini ci si rende conto di come la sfida tecnologica sia immane e tocchi tantissimi aspetti della fisica da quella teorica a quella sperimentale. Pur non viaggiando a velocità prossime a quelle della luce non siamo nelle condizioni di poter trascurare gli effetti relativistici sul sistema previsti dalla teoria di Einstein. Allo stesso modo la sfida per il mondo della nanotecnologia e delle scienze dei materiali è senza precedenti, ma in questo campo si assiste a dei miracoli con una frequenza quotidiana, raggiungere un livello così elevato non suona più come impossibile. Le dimensioni e il peso ridotti saranno un vantaggio per l'energia da impiegare sia nel decollo che nella spinta definitiva. Non dimentichiamo che per riuscire in una missione di precisione come questa bisognerà essere tutt'altro che imprudenti, dal momento che si dovrebbe costruire un vero e proprio cannone laser ed è facile intuire cosa comporti questo e quali interessi possa attrarre a sé.

In certo senso viviamo in un mondo in cui sono gli interessi a permettere ai sogni di realizzarsi, quindi scopriamo le carte e cerchiamo di capire chi sono gli attori di questo progetto così ambizioso. Ancora una volta i privati che puntano parte delle loro azioni sullo Spazio. La *Breakthrough Initiatives* nello specifico è finanziata dal miliardario russo Yuri Milner. Assieme a Hawking e lo stesso Milner, il terzo nome è quello del fondatore di Facebook, Mark Zuckerberg, il

cui interesse per una sfida fantascientifica affianca Facebook a Google nello sforzo di spingere l'umanità oltre le frontiere dello sviluppo.

C'è da dire però che l'idea non è del tutto nuova, se non altro per la forma. Di recente la *Planetary Society* ha testato una *lightsail*, portata in orbita dalla SpaceX di Elon Musk, e la NASA sta pensando a un modello simile utilizzando il vento solare per arrivare ai confini dell'eliopausa. Ma in questo caso la sfida è ben più grossa, non si tratta solo di coprire distanze astronomiche da record ma anche di accorciare i tempi. Per avere un metro di paragone basti pensare alla sonda Voyager 1, decollata nel 1977, solo pochi mesi fa ha raggiunto i confini del Sistema Solare; ha percorso circa 18 ore luce in quasi 40 anni. Arrivare su Alpha Centauri non è dunque questione di giorni e nemmeno di mesi. Anche se, a quella incredibile velocità la vela fotonica impiegherebbe circa 20 anni per raggiungere la meta, resta il fatto che, nell'eventualità in cui si riescano a scattare delle foto o comunque raccogliere dei dati, serviranno almeno altri quattro anni per riceverli.

A dirigere il progetto sarà Pete Worden, ex direttore dell'*Ames Research Center* della NASA e nello staff figurano nomi come il premio Nobel Saul Perlmutter e Ann Druyan, vedova di Carl Sagan e produttore della serie tv *Cosmos*.

Secondo Hawking, spostare i confini del possibile è nella natura dell'uomo e questa potrebbe essere la pietra miliare dell'inizio di una nuova era: quella dei viaggi interstellari.

2.12.2. Terraformazione di Marte.- Sin dagli anni '60, gli umani hanno esplorato roboticamente Marte più di qualsiasi altro pianeta del Sistema Solare. Attualmente, otto missioni (dagli Stati Uniti all'Unione Europea, dalla Russia all'India) stanno orbitando attivamente attorno a Marte o percorrendo la sua superficie. Arrivare sul pianeta rosso non è qualcosa che come nei film di fantascienza si riduce a un "*six months later*" su uno sfondo nero e tant'è che ancora l'uomo non è riuscito in quest'impresa di recarsi personalmente sul pianeta più studiato di sempre; al momento non è stato trovato ancora un modo corretto per farlo.

Dal punto di vista scientifico chi dovrebbero essere i primi coloni di Marte? La comunità scientifica sembra concorde nell'adottare una strategia secondo la quale le avanguardie della colonizzazione di Marte non dovrebbero essere uomini, ma microrganismi, così da "preparare il terreno all'uomo". Altro che ingegneri, chimici o planetologi, i veri coloni per Marte, secondo la controversa teoria di Jose Lopez

(pubblicata su FEMES *Microbiology Ecology*), dovrebbero essere i batteri. Le colonie di batteri, virus e funghi dovrebbero essere necessari per catalizzare molti dei processi essenziali alla vita intesa relativamente a quella umana. A pensarci bene, in assenza di microrganismi la vita sulla Terra non sarebbe mai nata dal momento che queste forme elementari rappresentano in un certo senso le basi. Tuttavia una teoria come questa, detta anche "Terraformazione di Marte" sovverte alcuni capisaldi dell'esplorazione spaziale, almeno come intesa fino ad oggi, e apre la mente a tanti possibili scenari, non ultimi quelli etico-scientifici.

Si potrebbe riassumere tutto con una domanda di non facile risposta: è legittimo un intervento dell'uomo in questi termini?

Se da un lato viene spontaneo rispondere di sì, dati gli innumerevoli riscontri per l'umanità, dall'altro ci si dovrebbe interrogare su quanto ancora l'esplorazione *old style* del Sistema Solare ha da insegnarci. Si parla di riprodurre le condizioni della Terra su Marte, in primis per garantire all'uomo una seconda casa qualora un meteorite dovesse attaccare la prima o qualora "finisse di bruciare" per mano dell'uomo. Senza ribadire ulteriormente la retorica della salvaguardia del pianeta, che dovrebbe appartenere ad ognuno di noi (dal Papa, con la sua enciclica *Laudato si'*, a Greta Thunberg, con il suo inesauribile attivismo) l'uomo potrebbe fare un'esame di coscienza su quello che lo ha spinto da sempre ad alzare gli occhi al cielo, la sete di conoscenza e la voglia di scoperta.

Bombardare un pianeta come Marte con ordigni nucleari, come suggerisce Musk, al fine di sciogliere i ghiacciai presenti ai poli del pianeta o alterare l'ecosistema, se così si può chiamare, come esposto nella teoria sopra citata, potrebbe privarci di un'occasione unica, ovvero trovare una risposta alla domanda che da sempre ci attanaglia: come si è formato il Sistema Solare, la Terra e quindi la vita su di essa?

Marte è il pianeta di tipo terrestre che più di tutti si presta ad essere un gemello della Terra, prima ancora dei potenziali gemelli scoperti attorno ad altre stelle e che puntualmente ogni mese riempiono le rubriche di scienza di ogni giornale. Missioni come quelle cui pensa l'uomo potrebbero cancellare o quanto meno contaminare in maniera irreversibile le tracce di un antico passato che ha molto da insegnarci. Vale veramente la pena, anche in queste circostanze, anteporre gli interessi all'amore per il sapere?

CAPITOLO 3

LE COMPETIZIONI

3.1. *La competizione storica tra USA e URSS.*- Il lancio del primo *Sputnik*, nel 1957, ha rappresentato una pietra miliare nella storia. Lo *Sputnik*, creato da Sergej Pavlovič Korolëv e Mikhail Klavdijevič Tikhonravov, ha aperto una nuova era con conseguenze sociali, economiche, politiche e culturali. Un passo che ha cambiato l'intero sviluppo tecnologico e scientifico del mondo.

Dopo la Seconda guerra mondiale, negli USA alcuni funzionari governativi e militari vollero analizzare i vantaggi che si potevano trarre da un satellite artificiale. Nel 1946, l'esercito americano chiese a diverse fabbriche aeronautiche di definire un progetto per la produzione di un oggetto che avrebbe orbitato intorno al pianeta per difendere il territorio americano e forse, in futuro, per essere una potenziale arma d'attacco. Il risultato del progetto fu la pubblicazione di un importante documento intitolato "*Preliminary Design of an Experimental World-Circling Spaceship*", in cui si trovavano le basi di lavoro di un satellite artificiale e le numerose applicazioni in campo scientifico e militare⁵.

Nel 1948, in Russia, le cose si muovevano in maniera analoga: Michail Klavdijevič Tikhonravov, un ingegnere aeronautico che lavorò con l'ingegnere Sergej Pavlovič Korolev nella ideazione del primo razzo sovietico a propellente liquido, scrisse un rapporto sugli oggetti in orbita attorno al pianeta e sulla loro utilità.

In generale però, i tempi non erano ancora maturi. Le cose sono cambiate durante la Guerra Fredda quando i sovietici, dopo aver creato il loro primo ordigno atomico, non avendo basi militari in territorio vicino agli USA, crearono missili in grado di raggiungere l'America dalla Russia. L'R-7 è stato il primo missile intercontinentale ICBM (*Inter-Continental Ballistic Missile*)⁶. Tuttavia, il

⁵ Tempesta, 2014.

⁶ *Ibidem*.

segreto di questo missile era che con piccole modifiche sarebbe stato in grado di portare in orbita qualsiasi oggetto.

La scienza missilistica sovietica è stata precorritrice della produzione dei lanciatori.

Nei primi anni '50, se da un lato l'Unione Sovietica stava costruendo un programma spaziale di base grazie ai grandi lanciatori a lungo raggio, dall'altro il governo americano non vedeva i potenziali vantaggi delle attività spaziali. I programmi spaziali degli USA erano limitati e orientati verso i lanciatori a medio raggio.

Il motivo principe per cui il governo americano ha cambiato la sua posizione sullo sviluppo di oggetti orbitanti a scopo civile è stato l'Anno Geofisico Internazionale, (IGY- *International Geophysical Year, 1957-1958*), suggerito da un grande numero di scienziati per coordinare ricerche e studi, su scala globale, per ottenere conoscenze più approfondite delle proprietà fisiche della Terra e delle interazioni tra il nostro pianeta e il Sole.



Hanno preso parte a questo evento più di 70 paesi, per cui la sua divulgazione è stata massima. La chiave di volta è stata la richiesta degli scienziati che queste osservazioni venissero effettuate con l'uso di nuove tecnologie e strumenti come satelliti, razzi, radar e computer⁷.

La conseguente decisione del governo americano di sviluppare il primo satellite solo per scopi scientifici equivaleva a dichiarare il "diritto americano" di sorvolare la superficie terrestre in modo pacifico. E durante la Guerra Fredda è stato fondamentale sottolineare le modalità pacifiche, considerata l'ostilità con l'Unione Sovietica.

Il principio sotteso era: nel caso in cui il satellite per l'IGY avesse avuto esito positivo senza che l'URSS protestasse, i successivi voli di ricognizione militare sarebbero stati tollerati dal governo russo.

Il 29 luglio 1955, quando fu annunciato ufficialmente che gli USA avrebbero preso parte all'evento IGY con il programma *Vanguard*, una sonda civile, Korolev capì che doveva accelerare per stare al passo con il progresso americano. Inoltre, essere il primo a mettere in orbita un oggetto realizzato dall'uomo avrebbe portato gloria alla nazione sovietica e ne avrebbe fatto il Paese più innovativo del mondo. Così Korolev decise di costruire un satellite più semplice ed economico, lo *Sputnik I*.

Il 21 agosto 1957, il missile R-7 compì il suo primo volo a lungo raggio di 6.000 km e dimostrò che era pronto a portare un oggetto in orbita. Fu così che, il 4 ottobre 1957, l'Unione Sovietica lanciò lo *Sputnik I*, che impiegò circa 98 minuti per orbitare intorno alla Terra⁸. Era grande come un pallone da spiaggia, 58 cm di diametro, e pesava 83,6 kg⁹. Questo evento segnò l'inizio dell'era spaziale e della corsa allo spazio tra gli USA e l'URSS.

Lo *Sputnik* prese alla sprovvista l'opinione pubblica americana, che temeva che l'URSS avesse la capacità di lanciare missili balistici con armi nucleari dall'Europa agli Stati Uniti. Ma fu anche un evento mondiale, visto che i suoi segnali potevano essere ricevuti anche da qualsiasi radioamatore.

In questo clima di stupore e preoccupazione, crebbe la pressione dell'opinione pubblica verso l'avanzamento del programma *Vanguard*, che portò ad un'accelerazione dei processi, ma anche al suo seguente fallimento.

⁷ Tempesta, 2014.

⁸ NASA History, 2007.

⁹ *Ibidem*.

Fu così che venne sviluppato un nuovo satellite, l'*Explorer I*, creato da Wernher von Braun, che fu il primo satellite americano messo in orbita attorno al pianeta, il 31 gennaio 1958. In questo modo gli USA realizzavano, finalmente, il satellite con scopi puramente scientifici che avevano annunciato per la loro partecipazione all'IGY. Infatti, grazie al rivelatore di raggi cosmici dell'*Explorer I*, progettato per misurare le radiazioni ambientali nell'orbita terrestre, furono scoperte delle cinture radioattive che circondano la Terra, chiamate "Fasce di Van Allen" dal nome dello scienziato che aveva progettato l'esperimento, il fisico James Van Allen¹⁰. Questa differenza tra esercizio tecnologico sovietico e scienza americana, con tutte le sue relative scoperte, ha sempre segnato il divario fra le due potenze, anche successivamente.

Nel frattempo però, grazie al successo del lancio dello *Sputnik I*, l'Unione Sovietica aveva già lanciato, il 3 novembre 1957, lo *Sputnik II* con a bordo un cane di nome Laika. Era il primo essere vivente ad essere lanciato nello spazio.

Purtroppo, secondo recenti studi, Laika morì dopo appena 5-7 ore dal lancio per un malfunzionamento del sistema di ventilazione. In ogni caso, era già stato programmato come un viaggio senza ritorno¹¹.

Tuttavia, dopo questo particolare momento di successo, iniziò un periodo di calo per l'URSS, in quella che viene chiamata la "*Space Race*" contro gli USA, anche se l'Unione Sovietica cercò di nascondere per non compromettere la sua immagine, conquistata con il lancio dei primi due satelliti.

Invece, per gli USA stava iniziando un periodo positivo. Il 29 luglio 1958, il presidente americano Eisenhower firmò l'apertura di un'agenzia federale per l'esplorazione spaziale, la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA)¹².

Da quel periodo iniziò la vera e propria competizione tra gli USA e l'URSS per conquistare la leadership nel settore spaziale, ponendosi quindi come la più grande potenza tecnologica a livello mondiale.

¹⁰ Loff, 2017

¹¹ Tempesta, 2014

¹² History.com Editors, *The Space Race*, 2010

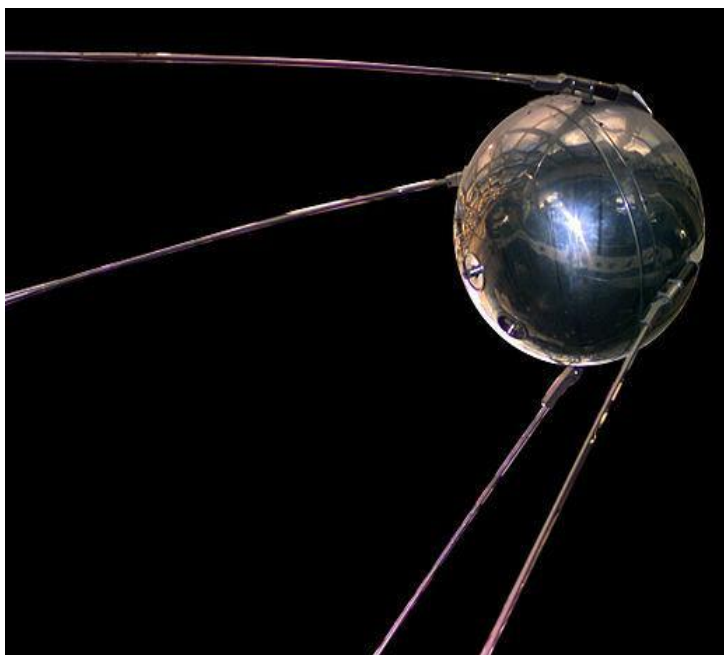


Fig. 27: Sputnik – Fonte: Wikipedia

Nel 1959, il programma spaziale dell'URSS ebbe altri successi, lanciò *Luna 2*, che fu la prima sonda a raggiungere la Luna, sulla quale avvenne l'impatto. Pochi anni dopo, nel 1961, Yuri Gagarin, un cosmonauta sovietico, fu il primo essere umano a viaggiare nello spazio e ad orbitare intorno al pianeta nella navicella spaziale *Vostok I*¹³. Il viaggio in orbita intorno alla Terra è durato 89 minuti¹⁴.

Nello stesso anno, il 5 maggio, anche un astronauta americano, Alan Shepard, raggiunse lo spazio, con un volo suborbitale¹⁵ e, subito dopo, il presidente John F. Kennedy affermò che gli Stati Uniti sarebbero stati il primo paese al mondo a mandare un uomo sulla Luna, prima della fine del decennio. Alla fine dello stesso anno, la NASA mise in atto il programma di atterraggio lunare chiamato "*Progetto Apollo*".

Negli anni dal 1961 al 1964, il budget della NASA fu aumentato di molto, circa il 500% ~~in più~~, e il *Progetto Apollo* coinvolse 34.000

¹³ History.com Editors, *The Space Race*, 2010

¹⁴ History.com Editors, *Soviet cosmonaut Yuri Gagarin becomes the first man in space*, 2010.

¹⁵ History.com Editors, *Alan Shepard becomes the first American in space*, 2020

dipendenti della NASA e 375.000 altre persone del settore industriale e universitario¹⁶. Nel frattempo, anche l'URSS stava lavorando ad un progetto lunare, ma a causa del dibattito interno sulla sua necessità e della morte di Korolev, il progetto procedeva lentamente.

Infine, il 20 luglio 1969, la missione *Apollo 11* ebbe successo e Neil Armstrong, Michael Collins ed Edwin "Buzz" Aldrin furono i primi uomini ad andare sulla Luna. Le parole di Armstrong "*One small step for man, one giant leap for mankind*"¹⁷ (Un piccolo passo per l'uomo, un grande passo per l'umanità), quando per la prima volta camminò sulla superficie lunare, rimarranno nella storia.

Con l'atterraggio dell'*Apollo 11* sulla luna, gli USA hanno "vinto" di fatto la corsa allo spazio (*Space Race*) iniziata con il lancio dello *Sputnik* nel 1957¹⁸. Grazie a questa competizione e quindi alla necessità di ottenere importanti informazioni sulle capacità dei loro avversari, sono stati fatti notevoli sviluppi nel settore spaziale e nel campo tecnologico.

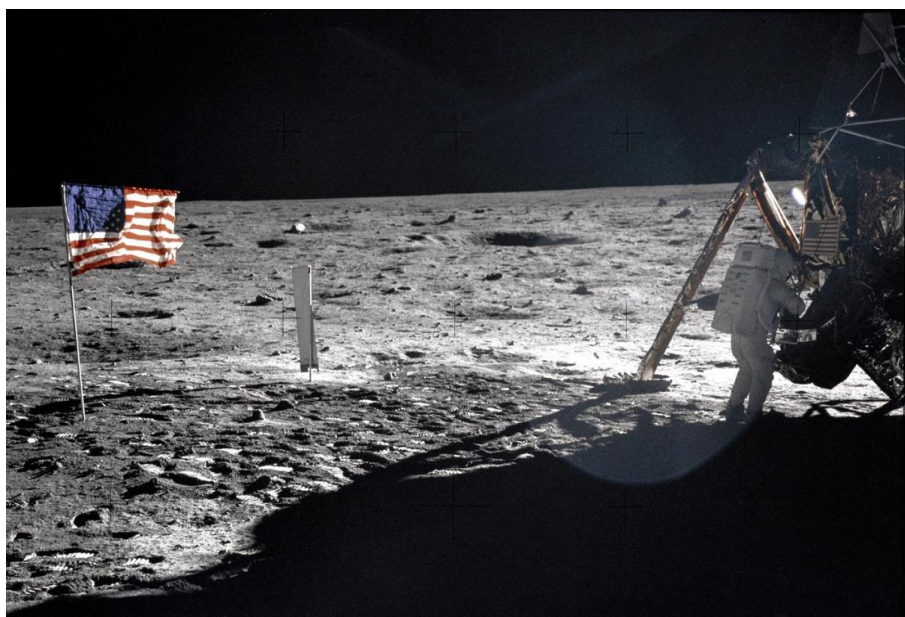


Fig. 26: Neil Armstrong sulla superficie lunare - Fonte: NASA

¹⁶ History.com Editors, *The Space Race*, 2010

¹⁷ History.com Editors, *The Space Race*, 2010

¹⁸ *Ibidem*

Nel 1975, con la prima collaborazione tra gli USA e l'URSS nel progetto spaziale *Apollo-Soyuz*, fu segnata la fine della corsa al predominio nello spazio tra le due superpotenze mondiali¹⁹. Negli anni successivi, nuovi attori internazionali sono cresciuti nell'arena spaziale: l'Italia, terzo Paese, dopo USA e URSS, a gestire in maniera autonoma la messa in orbita di un satellite (San Marco) da essa realizzato²⁰, l'Inghilterra, la Francia, la Germania e poi l'Europa in generale, la Cina, il Canada, il Giappone e l'India. L'aspetto del doppio uso della tecnologia spaziale, sia in ambito civile che militare, divenne un punto strategico per gli Stati. E grazie alle diverse applicazioni, si è ritenuto che fosse possibile ridurre significativamente l'elevato costo dei lanci spaziali. Tuttavia mentre l'obiettivo di contenere i costi dei satelliti si è rivelato possibile, quello di ottimizzazione dei costi dei lanciatori ed in generale del modello di *business*, ottimisticamente dichiarato negli anni '90 da USA e UE, e nei primi anni del XXI secolo dalla Cina, non è stato ancora raggiunto²¹. In molti casi, invece, i costi sono aumentati a causa della diminuzione della concorrenza a livello nazionale. È per questo che la cooperazione internazionale e la privatizzazione dello spazio sono state e saranno il futuro della crescita di questo settore.

3.2. *L'evoluzione degli assetti politici: tra competizione e cooperazione.* - Come abbiamo visto, nel dopoguerra l'accesso allo spazio fu per lungo periodo una prerogativa degli USA e dell'URSS, ma presto anche altri Paesi, compresero le potenzialità del settore, vollero prendervi parte e si dotarono di un programma spaziale. Lo spazio, infatti, è da sempre stato un settore strategico in quanto uno degli strumenti migliori a supporto della geopolitica di uno Stato. La *Space Race*, cominciata con scopi politici e militari, si è trasformata in una quasi "costretta" cooperazione, in una condivisione di risorse, competenze e conoscenze per raggiungere fini molto più ampi e difficili. Tuttavia, attualmente, questa cooperazione internazionale oscilla sempre fra collaborazione e competizione. E se dapprima i protagonisti erano essenzialmente USA e URSS, oggi sono entrati in campo numerosi altri attori come l'Europa, la Cina, l'India. Difatti, dal dopoguerra diversi

¹⁹ ANSA, *Spazio, 40 anni fa l'"abbraccio" in orbita fra l'Apollo e la Soyuz*, 2019.

²⁰ Grazie alla costituzione della "Commissione per le ricerche spaziali del Cnr", nel 1957, all'indomani del lancio dello *Sputnik 1*, si è inaugurata l'"era spaziale italiana". – Redazione Heos, 2014.

²¹ Bertolotto, 2020.

Stati iniziarono a realizzare propri satelliti per la ricerca scientifica e a progettare anche i necessari vettori per posizionarli in orbita. Fu così che alcuni iniziarono a produrre propri veicoli di lancio, sviluppando un'intera industria capace di realizzare motori, apparati elettronici e basi da cui lanciare. In assenza di tali elementi si sarebbe costretti a comprare tutto ciò da altri Paesi, perdendo così la propria autonomia strategica. Oggi, infatti, più di venti stati in tutto il mondo hanno propri satelliti nello spazio, tuttavia, solo sei di questi possiedono sia le competenze tecnologiche missilistiche che le basi di lancio all'interno del proprio territorio²².

Guardando la *Figura 26* sotto riportata, possiamo notare come le basi di lancio siano negli Stati Uniti, in Russia, in Cina, in India, in Giappone, in Israele e nella Guyana francese²³. Vi è anche una base per missili balistici nucleari in Scozia. La base australiana non è più attiva da diversi anni, anche se potrebbe riprendere presto la sua funzione vista la recente apertura dell'agenzia spaziale australiana, e la base nel Pacifico è sotto la gestione degli Stati Uniti. Quindi, soltanto i Paesi sopra elencati possono lanciare missioni spaziali in modo autonomo. Nel frattempo, anche la Corea del Nord, l'Iran e il Brasile è da diverso tempo che stanno cercando di ottenere la tecnologia necessaria per lanciare satelliti dalle loro basi ed avere così una leva politica nel mondo, incrementando la propria influenza geopolitica²⁴.

Nel 2013, attraverso delle immagini satellitari, è stata scoperta una nuova base a nord di Teheran. Il Governo iraniano ha cercato di camuffare i reali scopi di quella base, dichiarando che si trattasse di una base di lancio di satelliti con fini pacifici, tuttavia, gli osservatori erano convinti si trattasse in realtà di un programma spaziale per dotare l'Iran di un missile a lunga gittata per il trasporto di una bomba nucleare²⁵. Per questo, nel 2015, fu firmato un accordo con l'Iran²⁶, attualmente non più accettato dagli USA. Ciò conferma il fatto che lo sviluppo di tecnologie missilistiche dota gli stati di un peso geopolitico maggiore e spinge gli altri a cercare accordi diplomatici.

²² Strom, 2006.

²³ Si tratta della base di lancio europea di Kourou.

²⁴ Spagnulo, 2019.

²⁵ Hanham, Lewis, Dill, Liu, Rodgers, Lepinard, Knapp, Hallam, McIntosh, 2018.

²⁶ The New York Times, 2015.



Fig. 27: Basi di lancio nel mondo - Fonte: *International Launch Site Guide*

I sei stati che possiedono la tecnologia missilistica hanno effettuato oltre 5 mila lanci nello spazio, circa cento all'anno²⁷. Tuttavia, come è possibile notare dalla *Figura* sotto riportata, il numero di missioni è andato diminuendo negli ultimi 20 anni. Questo per via degli sviluppi tecnologici che hanno permesso il prolungamento della vita dei satelliti in orbita e quindi la conseguente diminuzione dei lanci di rimpiazzo.

L'accesso indipendente allo Spazio ha una forte valenza strategica, per questo motivo molti ritengono che la cooperazione internazionale non sia fattibile in questo settore. A sostegno di questa tesi vi è il fatto che uno Stato che possiede una tecnologia missilistica non è incline al condividerla con altri, eccetto per circoscritte opportunità politiche. Discorso diverso per le esplorazioni spaziali in ambito scientifico, dove la collaborazione internazionale²⁸ è praticamente la regola.

Fino alla metà degli anni Ottanta, gli USA detenevano la leadership dei lanci. Tuttavia, successivamente al disastro dello *Space Shuttle Challenger* (il secondo space shuttle della NASA a prendere servizio dopo il *Columbia*), quando la navetta spaziale si distrusse dopo 73 secondi dal lancio portando alla morte tutti i 7 gli astronauti al suo interno²⁹, la situazione mutò. La società francese *Arianespace*, che produceva i lanciatori per il programma spaziale europeo, si trovò

²⁷ Space Launch Report, 2019.

²⁸ Spagnulo, 2019.

²⁹ Intini, 2020.

in una situazione vantaggiosa, nella quasi totale mancanza di concorrenza, considerando che i missili di Russia e Cina erano fuori mercato per motivazioni geopolitiche. Questo le permise di lanciare, nel decennio successivo, 83 satelliti, numero di gran lunga maggiore rispetto ai suoi *competitor*, che ne lanciarono: 39 gli USA, 8 la Cina, 6 la Russia e 4 il Giappone³⁰. I ricavi della società subirono una rapida crescita e arrivarono al miliardo di dollari. Ciò permise alla Francia di utilizzare la propria influenza geopolitica per accrescere i volumi di *export*, vendendo a livello internazionale sistemi aerospaziali. La situazione cambiò di nuovo in senso opposto quando, passando dall'Ariane 4 all'Ariane 5, il fallimento dei primi lanci di prova da Kourou portò al blocco di un anno circa, azzerando di conseguenza i lanci europei.

Il mercato delle telecomunicazioni satellitari di quel periodo vide notevoli sviluppi, tanto che le società di settore raggiunsero la trentina³¹, con oltre 200 satelliti e ricavi superiori ai 100 miliardi di dollari³². Attualmente, diversi stati hanno dei sistemi satellitari, ma sono veramente pochi quelli che detengono anche la tecnologia per produrli e lanciarli nello spazio.

Anni	Lanci	Fallimenti	Rateo di successo
1950s	48	27	0,44
1960s	991	68	0,93
1970s	1231	84	0,93
1980s	1194	55	0,95
1990s	892	64	0,93
2000- 10	693	47	0,95
Totale	5049	345	0,91

Fig. 28: Totale numero di lanci per decennio - Realizzata con i dati presi da: Spagnulo, "Geopolitica dell'Esplorazione Spaziale", 2019.

³⁰ Space Launch Report, 2020.

³¹ De Selding, 2014.

³² Satellite Industry Association, 2016.

Dopo la caduta del muro di Berlino, nel 1989, il territorio russo andò nel panico e tutto il suo arsenale militare, che era quello ucraino, compresi i lanciatori Soyuz, Zenit e Proton, venne venduto sia alla Cina che all'India ed al Brasile. Per combattere questa fuga tecnologica, USA e Francia costituirono delle *joint-venture* con la Russia e l'Ucraina. L'*Arianespace* (francese)³³, la *Lockheed Martin* e la *Boeing*³⁴ (entrambe statunitensi) misero su delle società per vendere su scala globale i razzi dell'ex URSS. Tuttavia, la Russia molto presto riprese la gestione dell'esportazione di tecnologia, ponendo anche maggiori limitazioni sugli Stati satelliti, come quello ucraino, dove vi erano basi di produzione di missili lasciati da essa stessa³⁵.

La collaborazione fra Stati nel campo dei vettori si fece man mano più complicata e la competizione commerciale sempre più agguerrita. Gli USA rimodularono la loro industria ponendo al centro le due società più importanti, la Boeing e la Lockheed Martin, che si divisero sia gli appalti del governo sia quelli commerciali, producendo ricavi fino a 11 miliardi di dollari all'anno³⁶. La società Arianespace passò quindi da una situazione di quasi totale mancanza di concorrenza a una di concorrenza agguerritissima, e fu costretta ad abbassare i prezzi di mercato, mantenendo comunque i medesimi costi di produzione. Questo portò la società e l'intero sistema spaziale europeo al rischio di crisi, cosa che spinse l'ESA, nel 2003, a chiedere agli stati membri i fondi per la ripresa economica del settore³⁷. Gli Stati europei cominciarono a versare 150 milioni di euro all'anno per il riequilibrio economico dell'ente, perché non potevano permettersi di non partecipare attivamente in un mercato continuamente in crescita³⁸, il quale raggiunse oltre i 200 miliardi di fatturato in solo 7 anni³⁹. Questo poteva anche essere considerato in contrasto con i principi di competitività e concorrenza dell'Unione europea, ma l'accesso autonomo allo spazio non aveva prezzo. Tuttavia, c'è da sottolineare che sebbene i buchi di bilancio dell'*Arianespace* siano stati coperti dagli Stati europei, e quindi la Francia fu la maggiore beneficiaria dei fondi ESA, gli utili della compagnia non sono stati ridistribuiti fra gli Stati

³³ Lardier, Barensky, 2010.

³⁴ Zak, 2018

³⁵ Spagnulo, 2019

³⁶ *Ibidem*

³⁷ ESA Ministerial Conference, 2003

³⁸ Satellite Industry Association, 2014

³⁹ Spagnulo, 2019

finanziatori, ma sono essenzialmente rimasti alla sola società, accrescendo di conseguenza la potenza geopolitica della Francia.

Dal 2002, con l'arrivo di Elon Musk con la SpaceX, che progettò un razzo riutilizzabile (con il supporto di contratti NASA per lo sviluppo di nuove tecnologie) si iniziarono a ridurre consistentemente i grandi costi di lancio e il mercato venne di nuovo ribaltato. La SpaceX divenne infatti la maggiore società al mondo di settore, tanto che anche la stessa NASA stipulò degli accordi commerciali con l'azienda. La NASA, infatti, firmò un contratto di 2,6 miliardi con la SpaceX e di 4,2 miliardi con la Boeing⁴⁰. In questo modo si andava realizzando l'obiettivo dell'allora presidente Obama, di non dipendere più da altri Paesi (i.e. la Russia con il suo vettore Soyuz) per il trasporto spaziale.

Anche se gli Stati negano che ci sia un collegamento diretto tra geopolitica e lanciatori spaziali, è inevitabile notarlo. In ambito di missilistica, le politiche interne statali superano quelle comunitarie, anche se spesso le istituzioni decantano la collaborazione internazionale e la cooperazione industriale.

3.2.1. *Stati Uniti.*- In uno dei punti principali del NSP (*National Space Program*) statunitense del 2010 l'accento è posto sulla cooperazione internazionale in materia spaziale. Tuttavia, mentre l'amministrazione Obama sottolineava l'importanza del dialogo internazionale e dell'uso pacifico e sostenibile dello spazio, affermava anche chiaramente che il libero accesso allo spazio, gli interessi nazionali degli Stati Uniti e le considerazioni sulla sicurezza venivano mantenuti al primo posto. In effetti, la crescente dipendenza della difesa e dell'economia statunitense dai sistemi spaziali ha portato i suoi responsabili politici a considerare queste risorse come vitali per la sicurezza nazionale⁴¹.

Nel campo della militarizzazione e del possibile armamento dello spazio, la considerazione della regolamentazione del controllo degli armamenti rappresenta un significativo cambiamento di direzione nella politica statunitense, che in precedenza aveva respinto tali iniziative. A questo proposito, l'amministrazione Obama ha dato maggiore importanza alle misure di regolamentazione internazionale e ha accettato di "*considerare proposte per le misure di controllo degli*

⁴⁰ Il Sole 24 Ore, 2014.

⁴¹ Al-Rodhan, 2012.

*armamenti se queste sono eque, effettivamente verificabili e migliorano la sicurezza nazionale degli Stati Uniti e degli alleati*⁴². Questa dichiarazione non significava che gli Stati Uniti si impegnavano immediatamente a concludere accordi internazionali vincolanti come avevano già fatto Russia e Cina con il trattato sulla messa al bando delle armi spaziali. Tuttavia, questa posizione meno unilaterale sembrava offrire una migliore opportunità per il rafforzamento della trasparenza e delle misure di consolidamento della fiducia nello spazio⁴³. La politica spaziale di Obama si è anche impegnata nel rilancio del settore commerciale statunitense e dell'industria spaziale nazionale.

La supremazia degli interessi militari statunitensi che ha portato all'imposizione di rigidi controlli sulle esportazioni di tecnologia spaziale, alla fine degli anni '90, ha seriamente indebolito il settore commerciale statunitense, in particolare l'industria satellitare, e ne ha eroso la competitività nel mercato spaziale globale⁴⁴. Come anche discusso nel paragrafo 5.2.5, il Congresso USA, al fine di impedire l'esportazione e la diffusione di tecnologie critiche ai suoi rivali, in particolare la Cina, ha messo in atto regolamenti che trattano molti componenti di un veicolo spaziale civile come un'arma. Queste regole hanno creato difficoltà alle aziende spaziali straniere, rendendo troppo complicato importare e creando forti incentivi per le aziende spaziali non americane ad utilizzare invece la tecnologia europea⁴⁵. I più avanzati satelliti di telerilevamento sono oggi costruiti da aziende in Italia (COSMO-SkyMed, PRISMA), Germania (SAR-Lupe e TerraSAR-X)⁴⁶. Inoltre, queste misure di protezione hanno influenzato anche la capacità del capitale umano statunitense. Come riportato dalla comunità di ricerca spaziale accademica, *“scienziati stranieri di grande talento cercano posizioni altrove (come in Russia, Cina e India), dove le restrizioni sulla collaborazione sono meno onerose”*⁴⁷. La mancanza di investimenti commerciali ha reso l'industria spaziale statunitense ancora più dipendente dai contratti militari, ostacolando potenzialmente i progressi nella R&S della tecnologia civile, fatto che potrebbe far avanzare ulteriormente la posizione dell'Europa come potenza spaziale globale⁴⁸.

⁴² Casa Bianca, 2010: 7.

⁴³ Foust, 2010.

⁴⁴ Grego, Wright, 2010: 10.

⁴⁵ Sutherland, 2009.

⁴⁶ *Ibidem*.

⁴⁷ Grego, Wright, 2010: 10.

⁴⁸ Al-Rodhan, 2012.

Parallelamente, l'arrivo di nuovi attori statali e privati nel settore spaziale ha ridotto di quasi due terzi la quota statunitense delle esportazioni satellitari globali nel 2008⁴⁹. In un tale contesto non è stata una sorpresa che la riabilitazione delle industrie spaziali nazionali e dello spazio commerciale sia stata posta in cima alle priorità nazionali dall'amministrazione Obama.

Da un lato, gli Stati Uniti chiedono una maggiore cooperazione internazionale per garantire un utilizzo responsabile, pacifico e sostenibile dello spazio da parte di tutti gli attori. Tale cooperazione è particolarmente importante nei settori dell'esplorazione dello spazio, della sorveglianza dello spazio e dell'osservazione della Terra⁵⁰. Dall'altro lato, essa rimane fortemente influenzata dalle visioni militari e nazionali dello spazio, così come formulate dai suoi predecessori. Per gli Stati Uniti, mantenere la libertà di accesso allo spazio, rafforzare gli interessi economici e la reputazione, creare una forza lavoro altamente qualificata nel settore e, naturalmente, difendere i beni e gli interessi nello spazio rimangono le principali priorità della politica spaziale. Gli Stati Uniti continuano a considerare lo spazio cruciale per gli interessi nazionali e a dare priorità agli usi militari e commerciali di questo rispetto alle applicazioni sociali⁵¹.

Uno dei motivi è da ricercarsi nella forte dipendenza dell'esercito e dell'economia americana dai sistemi spaziali e negli stretti legami tra il governo americano, il commercio e l'industria spaziale globale.

Poiché la Russia e la Cina non possono competere con gli Stati Uniti nella difesa missilistica o nelle armi nucleari e convenzionali, si sono impegnate in risposte asimmetriche⁵². In questo nuovo contesto, si utilizzano sempre più spesso tecniche come l'inseppimento elettronico delle comunicazioni o i cyber-attacchi per contrastare le capacità spaziali degli Stati Uniti. Oltre a queste minacce intenzionali, una collisione con detriti o con un altro satellite potrebbe anche disturbare i sistemi spaziali statunitensi e compromettere seriamente le capacità di potenza spaziale. Eventi come il test ASAT cinese del 2007 "non solo hanno ribadito la vulnerabilità dei satelliti [statunitensi] agli attacchi diretti, ma che i detriti che ne derivano mettono in pericolo i satelliti di tutti"⁵³.

⁴⁹ Schulte, 2011.

⁵⁰ Space Security 2010, 2010: 74.

⁵¹ Al-Rodhan, 2012.

⁵² Peña, Hudgins, 2002: 8.

⁵³ Smith, 2011: 20.

Un'altra importante misura deterrente presentata nella strategia statunitense è la creazione di coalizioni nello spazio, per cui un attacco contro uno dei membri viene percepito come un'aggressione contro tutti⁵⁴. Oltre alla sua funzione deterrente, tali alleanze consentono di risparmiare sui costi e di aumentare le capacità operative. Rendere i sistemi spaziali statunitensi più resistenti e il loro potere militare meno dipendente da essi sono stati ulteriori obiettivi dell'amministrazione Obama⁵⁵. Tuttavia, il primo ha comunque un impatto limitato, poiché la vulnerabilità dei satelliti può essere solo attenuata, ma non eliminata in alcun modo⁵⁶. Inoltre, l'ex Presidente aveva espresso il suo impegno a rafforzare la *leadership* degli Stati Uniti al fine di promuovere il dialogo internazionale in materia di sicurezza spaziale⁵⁷.

Nonostante gli obiettivi dichiarati dall'amministrazione Obama, il programma spaziale americano ha avuto budget limitati e ha subito la cancellazione del programma dello Space Shuttle senza vederne una sostituzione immediata⁵⁸.

L'arrivo di Trump al governo come 45° Presidente degli Stati Uniti ha portato un'accelerazione del programma spaziale statunitense e un cambio di rotta. Trump ha infatti emanato quattro nuove direttive di politica spaziale:

a) *Programma di rin vigorimento del programma americano di esplorazione umana dello spazio* (2017)⁵⁹, che modifica la direttiva numero 4 dell'ex Presidente Obama (*Presidential Policy Directive 4*) presentando un programma innovativo e sostenibile dell'esplorazione spaziale, con partner commerciali e internazionali, per permettere l'espansione umana nel sistema solare con missioni spaziali sulla Luna, su Marte e su altri corpi celesti, in modo da riportare sulla Terra nuove conoscenze e opportunità⁶⁰.

b) *Semplificazione delle norme sull'uso commerciale dello spazio* (2018), con cui si invitano le agenzie dell'Executive Branch a rivedere i regolamenti esistenti e a garantire che le regole non siano duplica-

⁵⁴ Lynn, 2011: 11

⁵⁵ *Ibidem*: 12

⁵⁶ Krepon, Hitchens, Katz-Hyman, 2011: 395

⁵⁷ Casa Bianca, 2010: 6-7

⁵⁸ per la NASA era chiaro già, dopo la perdita del Columbia nel 2003, che un progetto come lo Shuttle non era più proponibile per i costi, per la scarsa resilienza del sistema e per il blocco che avrebbe causato a qualsiasi altro progetto. Per questo motivo puntò a supportare Space-X, alternativa più economica e soprattutto più rapida nel diventare operativa.

⁵⁹ Space Foundation Editorial Team, 2020

⁶⁰ Trump, 2017

tive, promuovendo al contempo la crescita economica, facendo progredire la sicurezza nazionale e gli obiettivi di politica estera e incoraggiando la *leadership* del commercio spaziale statunitense⁶¹.

c) *Politica nazionale di gestione del traffico spaziale* (2018), con cui si richiede un nuovo metodo di gestione del traffico spaziale (STM) che: protegga dai rischi attuali e futuri; stabilisca le priorità per la consapevolezza della situazione spaziale e l'innovazione STM, si allinei alle priorità di sicurezza nazionale e incoraggi la crescita dello spazio commerciale statunitense⁶².

d) *Costituzione della Forza Spaziale degli Stati Uniti* (2019), dirige il Dipartimento della Difesa al fine di sviluppare una proposta legislativa per creazione di un sesto ramo delle Forze Armate degli Stati Uniti e per l'istituzione di un Comando Spaziale⁶³.



Fig. 29: Lo stemma della Forza Spaziale USA sembra ispirato a Star Trek - Fonte: Agi (Agenzia Italia)

Con queste nuove implementazioni, ma soprattutto tramite l'istituzione delle forze armate spaziali, Trump lancia un segnale, anche tramite le sue dirette dichiarazioni, di virare più verso una netta competizione che verso una cooperazione internazionale. Come ha dichiarato alla cerimonia della firma del *National Defense Authorization Act*

⁶¹ Space Foundation Editorial Team, 2020.

⁶² *Ibidem*.

⁶³ Space Foundation Editorial Team, 2020.

del 2020, “*Lo spazio è il nuovo dominio mondiale di combattimento in guerra*”⁶⁴. Costituendo un’armata di 16 mila uomini della Air Force e civili⁶⁵ per la protezione degli interessi nazionali del Paese, Trump vuole probabilmente sottolineare la potenza rinvigorita degli USA, tornando un po’ agli assetti della Guerra Fredda. Stavolta, però, il nemico sembra essere la Cina e non più l’ex URSS. L’obiettivo dell’amministrazione Trump, infatti, parrebbe quello di isolare la Cina, concentrandosi sulla competizione contro di questa, e quindi di avvicinarsi alla Russia e alla Corea del Nord, ma anche alla Nuova Zelanda, all’Australia e al Giappone. Un tentativo, quello degli USA, di circondare la Cina con i propri alleati e di fare pressioni su questi per ridurre la cooperazione e la loro attività con la grande rivale.

3.2.2. *Unione Europea.* - L’Unione Europea ha 27 stati membri, e questi insieme alla Norvegia e alla Svizzera, (entrambi membri dell’ESA), contano in totale 29 Paesi europei che cooperano nello spazio, di cui solo 22 sono membri dell’ESA. L’ESA è stata pensata alla fine degli anni 60’ da Francia, Italia e Regno Unito come realtà di Ricerca e Sviluppo e è diventata operativa nel 1975.

Il programma spaziale europeo, è una prova vitale dei vantaggi della cooperazione spaziale, poiché ogni singolo Paese è troppo piccolo per emergere come potenza spaziale internazionale con un programma avanzato e ben finanziato. Unendo gli sforzi di cooperazione, i Paesi europei sono riusciti a diventare uno degli attori più potenti nello spazio. Insieme, hanno una capacità di lancio avanzata e un’industria di produzione di satelliti e sono impegnati in una ricerca spaziale avanzata e progressiva. L’Europa ha un settore spaziale civile e commerciale ben sviluppato e la sua vasta esperienza nella cooperazione internazionale la rende un attore forte e importante nel panorama spaziale internazionale⁶⁶.

Inoltre, la Commissione Europea, che persegue le applicazioni spaziali, sottolinea innanzitutto i vantaggi sociali ed economici dello spazio, come l’indipendenza e la competitività dell’UE, il miglioramento della qualità della vita dei suoi cittadini e una posizione più forte nel dialogo internazionale sullo spazio⁶⁷. Questi obiettivi devono essere raggiunti attraverso una migliore protezione delle infrastrutture

⁶⁴ Chiariello, 2019.

⁶⁵ *Ibidem*.

⁶⁶ Al-Rodhan, 2012.

⁶⁷ Commissione Europea, 2011: 3.

spaziali e lo sviluppo di progressi tecnologici combinati con le ricadute in altri settori industriali, nonché con una maggiore cooperazione tra gli Stati membri dell'UE, l'ESA e le altre nazioni che operano nel settore spaziale (e.g. Stati Uniti, Russia e Cina⁶⁸). In linea con queste priorità strategiche, la competitività dell'industria spaziale europea nel mercato globale è oggetto di particolare attenzione. Infatti, l'UE fornisce già una quota importante della domanda commerciale globale di satelliti e di servizi di lancio e di comunicazione⁶⁹. Con il mercato globale dei servizi spaziali in grande crescita, una potente industria spaziale dell'UE genererebbe entrate importanti e rappresenterebbe quindi un elemento centrale del potere economico della stessa Unione. Date queste ottimistiche proiezioni commerciali, l'avanzamento del programma di navigazione satellitare Galileo, insieme al Servizio europeo di copertura per la navigazione geostazionaria (EGNOS)⁷⁰ e al programma globale di monitoraggio della Terra (GMES, ora Copernicus)⁷¹, è stato posto dall'UE in cima alle priorità dell'ESA, che agisce in questo contesto come Procurement Agency per la UE. Inoltre, i progressi dell'UE nello spazio sono stati riconosciuti come di importanza critica per due iniziative di punta: la strategia Europa 2020⁷² e l'iniziativa di politica industriale dell'UE⁷³. Infatti, un'industria spaziale dinamica e sana stimolerebbe la crescita economica e la creazione di ulteriori posti di lavoro altamente qualificati in Europa⁷⁴.

In contrasto con lo sviluppo del programma spaziale statunitense, che era fondato sulle sue applicazioni militari, i primi sforzi spaziali europei si basavano sulla cooperazione scientifica e sulle già elevate competenze tecnologiche degli Stati membri. Attraverso l'ESA, l'Europa nel suo insieme ha acquisito una significativa competenza scientifica e tecnica che ha contribuito a rafforzare la competitività

⁶⁸ *Ibidem.*

⁶⁹ *Ibidem.*

⁷⁰ 'What is EGNOS?', sito web ESA: http://www.esa.int/esaNA/GGG63950NDC_egnos_0.html.

⁷¹ 'GMES: Observing Our Planet for a Safer World', sito web ESA: <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/gmes/>.

⁷² Per maggiori informazioni su "Europe 2020: A Strategy for a Smart, Sustainable and Inclusive Growth (COM (2010) 2020)", vedere "Europe 2020", sito web della Commissione Europea. Disponibile online all'indirizzo: http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm.

⁷³ Per ulteriori informazioni su "An Integrated Industrial Policy for the Globalization Era- Putting Competitiveness and Sustainability at the Centre Stage" (COM (2010) 614), vedere "Europe 2020 Flagship: An industrial Policy for the Globalisation Era", sito web della Commissione europea. Disponibile online all'indirizzo: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/industrial-competitiveness/industrial-policy/index_en.htm.

⁷⁴ Al-Rodhan, 2012.

dell'industria spaziale dell'UE sul mercato mondiale. Il programma Ariane, il cui primo razzo è stato lanciato nel dicembre 1979, è stato un chiaro esempio del successo tecnologico e commerciale dell'Europa e, soprattutto, della sua indipendenza nello spazio⁷⁵.

Inoltre, anche il modo in cui l'ESA ha collaborato con il settore privato per realizzare i suoi progetti ha contribuito al suo sviluppo tecnologico e ha sostenuto indirettamente il processo di integrazione dell'UE. Così, invece di distribuire contratti ad aziende selezionate, l'ESA ha promosso la cooperazione dei suoi membri nello spazio dando la preferenza alla creazione di reti multinazionali private come MESH (Matra, ENRO, Saab e British Aerospace) e STAR (British Aerospace, Dornier, AEGTelefunken e VFM)⁷⁶ e COSMOS (Aerospatiale, Alenia Spazio, CASA, ETCA, Marconi ed MBB). L'organizzazione stipula contratti con società europee in base al principio dell'"equo ritorno", vale a dire che applica un rapporto tra le quote di uno Stato membro dell'ESA nel valore ponderato dei contratti e la sua quota dei contributi versati all'agenzia⁷⁷ (al netto della quota di costo dell'ESA stessa che vale circa il 25%, ovvero ogni 10 euro dati all'ESA ne tornano per contratti a livello nazionale 7,5). La costituzione di tali consorzi permise all'ESA di capitalizzare le risorse del settore privato, aiutandola a rimanere competitiva in un ambiente altamente complesso ed esigente e a sviluppare tecnologie, in una fase iniziale, creative e lungimiranti⁷⁸. Sebbene i primi sforzi congiunti europei nello spazio siano stati condotti attraverso l'ESA e siano stati costituzionalmente limitati agli usi pacifici dello spazio, oggi l'Europa, come altre nazioni spaziali, afferma chiaramente i suoi interessi in materia di sicurezza e difesa spaziale⁷⁹. Questo cambiamento nella visione spaziale dell'UE è stato il risultato di una combinazione di fattori. Da un lato, la fine della Guerra Fredda, unita all'accelerazione dell'integrazione europea e ai progressi della tecnologia spaziale, ha esteso la portata delle competenze dell'UE al settore spaziale⁸⁰. D'altro canto, i cambiamenti nel contesto della sicurezza hanno portato ad un ampliamento della definizione stessa di sicurezza globale e le lacune nella definizione iniziale dell'ESA dell'utilizzo "pacifico" dello spazio

⁷⁵ Sheehan, 2007: 85

⁷⁶ Sheehan, 2007: 85

⁷⁷ "Industrial Policy and Geographical Distribution", 2007

⁷⁸ Al-Rodhan, 2012

⁷⁹ Commissione Europea, 2011: 12

⁸⁰ Al-Rodhan, 2012

hanno facilitato l'estensione del mandato dell'ESA per includere l'utilizzo dei beni spaziali per garantire la sicurezza dei cittadini dell'UE⁸¹. A maggio 2007, il Consiglio Spaziale dell'Unione Europea e la Commissione Europea hanno pubblicato la prima direttiva spaziale europea, che riafferma la relazione tra lo spazio e il successo dell'attuazione della PSDC (Politica di Sicurezza e Difesa Comune) e discute le pressanti questioni di sicurezza⁸². La dichiarazione politica analizza le sfide presentate dalle capacità a doppio uso della tecnologia spaziale e invita l'UE a concentrarsi sul miglioramento considerevole del coordinamento tra i suoi programmi civili spaziali e militari e di difesa⁸³. Tuttavia, questo documento non affronta le sfide globali implicite che derivano dai test cinesi e statunitensi sull'ASAT (armi anti-satellite) o sulla strategia spaziale statunitense e, per questo motivo, è stato sostenuto che la politica europea "è in qualche modo riluttante ad assumersi la responsabilità nel quadro della sicurezza internazionale e globale"⁸⁴. Tra le sue carenze più notevoli, la direttiva spaziale dell'UE pubblicata nel 2007 non affronta il possibile pericolo di una corsa agli armamenti nello spazio. In questo frangente, qualcuno ha sostenuto che l'UE ha perso l'opportunità di essere all'avanguardia nella politica spaziale ignorando deliberatamente il contesto globale delle questioni spaziali - civili o militari⁸⁵. È tuttavia importante notare che l'UE è composta da 27 singoli Stati e che le questioni altamente sensibili del controllo degli armamenti e della politica di sicurezza si riferiscono alle singole politiche di sicurezza nazionali. Si tratta di aree in cui è difficile trovare un accordo sulla politica appropriata tra tutti gli Stati membri, e questo è uno dei motivi per cui non è stato fatto esplicito riferimento a tali questioni controverse in quel documento.

Negli ultimi anni la Commissione ha riconosciuto la "*dimensione europea dello spazio per la sicurezza e la difesa*" e ha presentato la sicurezza come un'area critica dei futuri sforzi spaziali europei, con Galileo e GMES (Global Monitoring for Environment and Security, odierno Copernicus) come progetti di punta per consentire all'Europa di raggiungere i suoi obiettivi di sicurezza globale⁸⁶. Cita inoltre il Consiglio "Spazio", che nella sua settima riunione ha riaffermato la

⁸¹ Sheenan, 2009: 177

⁸² Commissione delle comunità europee, Consiglio dell'Unione europea, 2007

⁸³ Commissione delle comunità europee, Consiglio dell'Unione europea, 2007

⁸⁴ Dickow, 2007

⁸⁵ *Ibidem*

⁸⁶ Commissione europea, 2011

dimensione di sicurezza della politica spaziale al servizio della PSDC dell'UE e ha ricordato all'Europa il suo dovere *“di esplorare modi per sostenere le esigenze attuali e future di capacità per la gestione delle crisi attraverso un accesso economicamente vantaggioso a mezzi e servizi spaziali solidi, sicuri e reattivi [...] sfruttando appieno le sinergie a duplice uso, ove opportuno”*⁸⁷. Data la sensibilità politica delle discussioni sulle capacità militari e di sicurezza comuni dell'UE, la Commissione ha adottato ancora una volta un approccio molto cauto all'applicazione militare della tecnologia spaziale⁸⁸.



Fig. 30: Preparando Copernicus 2 - Fonte: Copernicus Marine Service

L'attuale strategia spaziale europea si basa su 3 progetti principali: i già citati Galileo (sistema di navigazione satellitare per la fornitura di dati di posizionamento globale) e Copernicus (programma per l'osservazione della Terra su scala mondiale) ed EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*, sistema di navigazione satellitare con funzione di posizionamento, ad alta accuratezza, di supporto agli utenti nel settore dei trasporti aerei, marittimi e terrestri in Europa)⁸⁹.

⁸⁷ Consiglio dello Spazio citato nella Commissione europea, 2011: 6.

⁸⁸ Al-Rodhan, 2012.

⁸⁹ Consiglio europeo, 2020.

L'Unione Europea si sta quindi focalizzando sul miglior utilizzo dei dati spaziali raccolti che hanno vantaggi sia nel settore pubblico che privato. Tenendo conto che la concorrenza a livello internazionale va aumentando continuamente, che le attività spaziali diventano sempre più commerciali e hanno sempre più una maggiore partecipazione del settore privato, riducendone sperabilmente i costi, l'UE, per il periodo dal 2021 al 2027, sta implementando un nuovo programma spaziale totalmente integrato, in modo da rimanere competitiva sia a livello politico che economico.

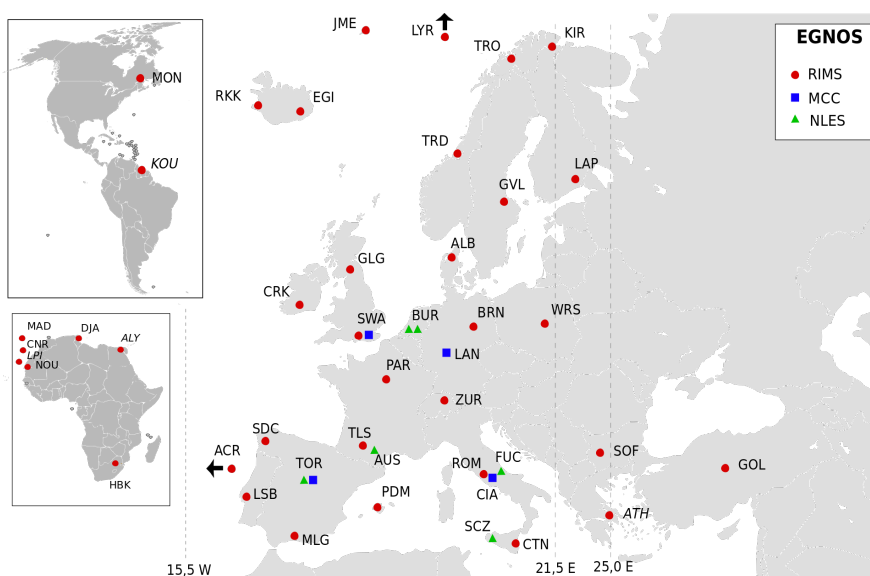


Fig. 31: Piano delle stazioni terrestri del sistema EGNOS - Fonte: Ikonact-Wikipedia

3.2.3. *Russia.* - L'Unione Sovietica è stata uno dei *leader* mondiali nello spazio fino ai primi anni '90, quando le diverse crisi politiche ed economiche che si sono susseguite hanno seriamente compromesso il suo programma spaziale. Il costante declino si è invertito negli anni 2000, quando il Paese ha iniziato a beneficiare di importanti entrate dal gas e petrolio. Sostenuto da una migliore situazione economica e da una forte volontà politica, lo spazio è stato reinserito nell'agenda strategica della Russia, con l'intento di ripristinare il suo *status* di potenza spaziale sulla scena internazionale⁹⁰.

⁹⁰ Al-Rodhan, 2012.

Nel 2006, il bilancio militare russo era raddoppiato rispetto a quello di appena sei anni prima e una buona parte di quei soldi è stata destinata al programma spaziale. Nell'ottobre 2005, il governo russo ha adottato un programma spaziale federale decennale, definendo i futuri obiettivi strategici nello spazio. Per questo progetto è stato stanziato un budget di 10 milioni di dollari per le attività spaziali per il periodo 2006-2015⁹¹.

Sebbene questo budget decennale sia stato un notevole aumento per la Russia, è stato comunque inferiore a quello che gli Stati Uniti hanno speso ogni anno per le loro attività spaziali. Il governo russo ha definito l'obiettivo generale del programma come la soddisfazione delle crescenti esigenze di utilizzo dello spazio, "per raggiungere gli obiettivi della Federazione Russa che riguardano i settori economico, sociale, scientifico, culturale e di altro tipo, oltre che per i benefici della sicurezza russa"⁹².

Il nuovo programma spaziale russo pone particolare enfasi sui vantaggi economici dello spazio. In epoca sovietica, la priorità era data alla ricerca e sviluppo, al progresso della scienza e al rafforzamento delle capacità militari dello Stato. La dimensione economica dello spazio, centrale nei sistemi capitalistici, era in fondo alla lista degli obiettivi strategici dei funzionari sovietici. Con il crollo dell'Unione Sovietica e la conseguente ristrutturazione dell'economia, queste priorità si spostarono maggiormente verso la produzione di reddito. Alla fine degli anni Novanta, lo spazio era visto come un mezzo per stabilizzare l'economia russa dopo il "decennio perduto"⁹³. Con il miglioramento della situazione finanziaria, l'industria spaziale è stata riscoperta come un obiettivo economico e, al di là di questo, come un obiettivo strategico. Nel Piano spaziale 2005, il governo definisce la modernizzazione delle infrastrutture spaziali e lo sviluppo e l'esportazione di nuove tecnologie spaziali ad alta intensità di conoscenza come attività fondamentali per aumentare la competitività dell'industria spaziale russa e raggiungere "l'obiettivo di raddoppiare il prodotto interno lordo dello Stato entro dieci anni"⁹⁴. Tuttavia, un'impresa così ambiziosa richiede alti livelli di investimenti di capitale. In assenza di un sistema finanziario privato funzionante, il sostegno politico e

⁹¹ Oberg, 2011: 425

⁹² Government of the Russian Federation, 2005

⁹³ Al-Rodhan, 2012

⁹⁴ Al-Rodhan, 2012, Section: Description of the Issue to be Solved by the Program

finanziario del governo si è rivelato indispensabile⁹⁵. Secondo un rapporto dell'*European Space Policy Institute* (ESPI) del 2010, nel 2009-2010, nonostante la crisi finanziaria mondiale, sono stati iniettati nell'industria spaziale russa oltre 21 miliardi di rubli (609 milioni di dollari) di fondi pubblici⁹⁶.

Fiore all'occhiello del programma spaziale russo è stato GLONASS (*GLOBAL NAVIGATION Satellite System*), un sistema satellitare globale di navigazione, controparte del GPS degli USA e di Galileo dell'Europa, che ha offerto alla Russia importanti ricadute strategiche e politiche. Volendo affermare l'influenza della Russia sulla scena internazionale, il governo ha intensificato i negoziati con gli Stati vicini e le nazioni emergenti dello spazio (Ucraina, India e Cina) per sviluppare partnership strategiche per il miglioramento e la fornitura di GLONASS, con l'obiettivo finale di orientare la loro preferenza verso i servizi russi invece che verso il GPS americano o il Galileo dell'UE⁹⁷.

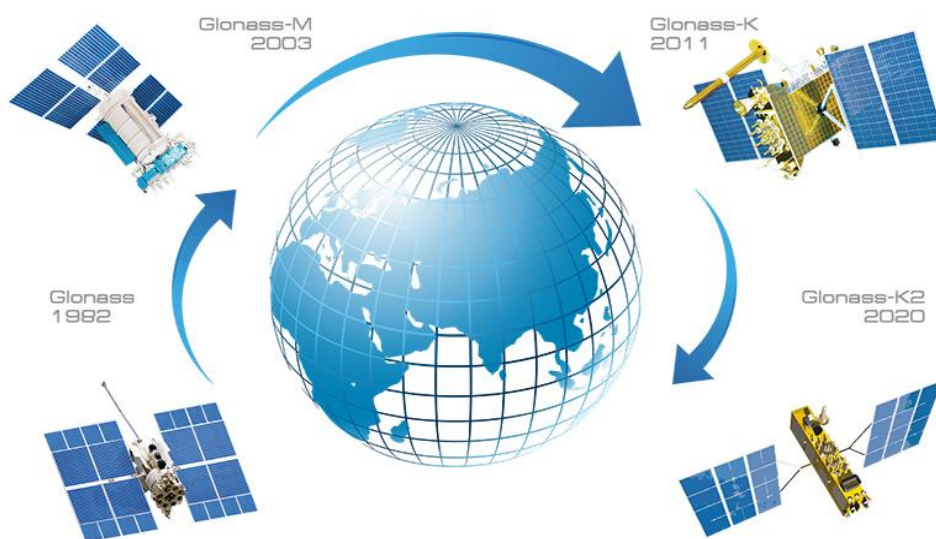


Fig. 32: L'evoluzione di GLONASS nel tempo - Fonte: *Information and Analysis Center for Positioning, Navigation and Timing, Korolyov, Russia*

⁹⁵ Pagkratis, 2010: 49

⁹⁶ Pagkratis, 2010: 49

⁹⁷ *Ibidem*: 50

La Russia ha quindi cercato di sfruttare la crescente importanza dello spazio per la geopolitica contemporanea al fine di affermare la sua riconquistata influenza e il suo prestigio. Come spiegava de Montluc, “l’affermazione del potere” attraverso lo spazio è sostenuta finanziariamente e ideologicamente dal governo in carica, con l’obiettivo finale di ripristinare internamente lo Stato e “l’unità della Federazione russa” ed esternamente “il potere e l’indipendenza d’azione del paese”⁹⁸. La rinnovata centralità del programma spaziale russo ha certamente favorito gli sforzi diplomatici e di cooperazione. La Russia ha una lunga storia di cooperazione internazionale nello spazio. Mentre gran parte del programma spaziale dell’Unione Sovietica era provocatorio o orientato alla concorrenza, ci sono stati anche esempi di cooperazione tra gli Stati Uniti e la sua controparte comunista durante la Guerra Fredda. Per esempio, nel 1975 una Soyuz sovietica e una navicella spaziale Apollo statunitense hanno attraccato e hanno trascorso due giorni in orbita intorno alla Terra. Durante la missione congiunta, che ha limitato lo scambio di informazioni e la collaborazione per superare le barriere linguistiche e tecniche, ogni equipaggio ha visitato le navicelle dell’altra nazione e ha effettuato esperimenti scientifici, gettando così le basi per la ISS (Stazione Spaziale Internazionale)⁹⁹. Questa iniziativa di cooperazione è stata un’enorme misura di rafforzamento della fiducia durante un periodo di distensione¹⁰⁰. Anche se la missione spaziale Apollo-Soyuz doveva essere la prima di molte, ci vollero altri 20 anni prima che gli astronauti americani e russi collaborassero di nuovo nello spazio¹⁰¹. Dopo la disgregazione dell’Unione Sovietica, la Russia ha continuato le sue attività di cooperazione nel settore spaziale. Nel giugno 1992, l’allora presidente della Federazione Russa, Boris Eltsin, e l’allora presidente degli Stati Uniti, George H. W. Bush, firmarono un accordo bilaterale di cooperazione spaziale con l’obiettivo di creare un rapporto più stretto tra le rispettive agenzie spaziali nazionali dei Paesi¹⁰². Nel dicembre 1993, la Russia si è unita agli Stati Uniti e ad altri attori internazionali nello sviluppo, nella progettazione e nell’uso della ISS¹⁰³. La Stazione Spaziale Internazionale è tra le più grandi e complesse iniziative

⁹⁸ De Montluc, 2010: 16.

⁹⁹ Moore, 2000.

¹⁰⁰ Putkov, 2007: 39.

¹⁰¹ Moore, 2000.

¹⁰² Sheehan, 2007: 179.

¹⁰³ Logsdon, Millar, 2001: 171.

spaziali mai intraprese dall'umanità e la Russia svolge un ruolo centrale in questa avventura. Il rispetto degli impegni internazionali della Russia, compreso il finanziamento dell'ISS, è stato visto come un importante indicatore dell'affidabilità della Russia come partner internazionale ed è quindi un'alta priorità per il governo¹⁰⁴.

La Russia rimane molto interessata alla cooperazione internazionale nello spazio, ma cerca di mantenere il controllo sui partenariati che seleziona e si concentra sugli Stati che meglio si adattano alle sue priorità strategiche. Sebbene gli Stati Uniti e l'Europa rimangano *partner* importanti, la Russia è alla ricerca di nuovi mercati per i suoi beni e servizi spaziali e si sta sempre più rivolgendo verso l'Asia¹⁰⁵.

La rinascita spaziale della Russia ha raggiunto il picco massimo nel 2014, quando il budget annuale dell'agenzia spaziale russa Roscosmos ha raggiunto i 4,2 miliardi di dollari, e la Russia ha effettuato 35 lanci con successo, superando di gran lunga sia gli Stati Uniti che la Cina¹⁰⁶. Tuttavia, gli effetti combinati della corruzione, le sanzioni occidentali dopo la presa della Crimea da parte della Russia e l'intervento in Ucraina orientale, e il calo delle entrate statali del petrolio e del gas, alla fine hanno iniziato a mettere sotto pressione la RSA e Roscosmos¹⁰⁷.

Alla fine del 2015, per sradicare la corruzione e aumentare il controllo di qualità dopo una serie di lanci falliti della Roscosmos, il presidente Putin ha abolito completamente l'agenzia spaziale (RSA) e ha istituito la "*State Space Corporation Roscosmos*" all'inizio del 2016. È stata descritta come un'unità commerciale del governo russo destinata a ridurre la corruzione e a gestire l'industria spaziale consolidata secondo le migliori pratiche commerciali. Tuttavia, la Roscosmos è rimasta molto più simile a un'impresa statale che commerciale¹⁰⁸.

I problemi che Roscosmos affronta oggi hanno molto a che fare con la sua agenda nazionalista e il suo crescente isolamento dal resto della comunità spaziale. Ironia della sorte, il successo stesso dell'industria spaziale russa nell'integrazione delle catene di fornitura globali negli anni '90, l'ha resa oggi dipendente da componenti stranieri per la costruzione di satelliti. Un recente studio ha indicato che fino al 75%

¹⁰⁴ Al-Rodhan, 2012.

¹⁰⁵ Mathieu, 2008: 5.

¹⁰⁶ Zak, Oberg, 2015.

¹⁰⁷ Moltz, 2019.

¹⁰⁸ *Ibidem*.

delle parti elettroniche di alcuni satelliti della generazione attuale provengono dagli Stati Uniti¹⁰⁹.

Con l'avvento delle sanzioni occidentali dopo la presa della Crimea da parte della Russia nel 2014 e l'intervento in Ucraina orientale, la Russia è stata costretta a sostituire con componenti russi o altri componenti stranieri non conformi agli standard e spesso poco adatti, provenienti da Paesi che non aderiscono alle sanzioni dell'ONU. La Russia può sviluppare nuove capacità, ma ci vorrà tempo e un costante contributo al budget per il successo di tali sforzi¹¹⁰.

Un secondo problema di Roscosmos riguarda i cambiamenti del mercato internazionale. Negli anni Novanta, la Russia è riuscita ad entrare nel mercato commerciale di successo grazie ad una combinazione di fattori, compresi i bassi costi, gli acquirenti accaniti (dall'Occidente e dalla Cina) e l'esistenza di grandi scorte di prodotti spaziali sovietici "ereditati" dal vecchio regime, in particolare i lanciatori.

Ed è proprio grazie a questi lanciatori che si è segnata una pietra miliare nella cooperazione strategica spaziale tra Russia ed Europa. Infatti, nell'ottobre del 2011 un lanciatore Soyuz è decollato dallo spazioporto europeo di Kourou, nella Guyana francese¹¹¹. Questo è stato un evento storico perché per la prima volta un Soyuz veniva lanciato da uno spazioporto diverso da Plesetsk o Baikonur. La scelta di sviluppare l'infrastruttura di lancio per permettere il lancio di Soyuz da Kourou era di mutuo interesse sia per la Russia che per l'Europa, e ha beneficiato del finanziamento della Comunità europea¹¹².

Tuttavia, dato che l'eredità dei razzi e di altre tecnologie è gradualmente diminuita e i produttori russi sono stati viziati da due decenni di prezzi occidentali elevati per i prodotti spaziali, la rivoluzione della New Space negli Stati Uniti ha creato nuovi mercati e importanti sfide¹¹³.

Come ha osservato un recente articolo russo, per quanto riguarda la qualità dei satelliti prodotti sotto Roscosmos, "una parte significativa dei suoi satelliti manca di potenziale commerciale" rispetto alle loro controparti straniere, soprattutto statunitensi¹¹⁴.

¹⁰⁹ Goble, 2015.

¹¹⁰ Moltz, 2019.

¹¹¹ ESA.

¹¹² *Ibidem*.

¹¹³ Moltz, 2019.

¹¹⁴ Babitskiy, 2015.

La principale nicchia che soddisfa Roscosmos oggi è il volo spaziale umano - l'unico fornitore del trasporto di astronauti da e per la ISS, fino al recente arrivo della SpaceX. Dal momento che la NASA ha stipulato un contratto con la compagnia privata SpaceX per portare i suoi astronauti in orbita, la Russia ha iniziato a perdere gran parte di quell'attività e i relativi ricavi. Il bilancio statale della Russia, incerto e fortemente dipendente dal petrolio e dal Gas, è un altro problema che l'industria spaziale deve affrontare. Il budget spaziale russo a lungo termine per il periodo 2016-2025, originariamente previsto per 70 miliardi di dollari, è stato ridotto drasticamente a 20 miliardi di dollari¹¹⁵. Guardando al futuro, la decisione della Russia di destinare la maggior parte dei suoi investimenti spaziali al settore militare negli ultimi anni ha creato un grave declino degli investimenti statali previsti nello spazio civile e commerciale. Una delle principali imprese di Roscosmos, il "Centro Spaziale di Ricerca e Produzione dello Stato" di Khrunichev, costruttore del Proton booster e del nuovo razzo Angara, ha dovuto ricorrere alla vendita di alcune delle sue proprietà ed edifici per recuperare i costi non coperti dai fondi esistenti di Roscosmos¹¹⁶. Il problema deriva, in parte, da un calo degli ordini statali da sette razzi a soli tre¹¹⁷.

Questa situazione complessiva rappresenta una grave minaccia per la competitività a lungo termine dell'industria spaziale russa. Gli ordini statali sono in calo e la Russia non ha prodotti commercializzabili per il sempre più competitivo ed innovativo mercato globale¹¹⁸.

3.2.4. *Cina.*- I primi sforzi spaziali della Cina risalgono al 1956, quando Mao Zedong, spinto dal desiderio di "elevarsi oltre l'eredità imperialista"¹¹⁹ e di ripristinare il prestigio internazionale e le capacità militari dopo un lungo periodo di guerra, lanciò il programma spaziale e di armi nucleari della Cina¹²⁰. Nel 1966 seguì la pianificazione del programma spaziale con equipaggio cinese¹²¹. La Cina ha anche lanciato una serie di satelliti meteorologici, di comunicazione e di sorveglianza negli anni Settanta¹²². Nel 2003, il Paese aveva condotto

¹¹⁵ Bodner, 2017.

¹¹⁶ Dzordshchevich, Safronov, 2018.

¹¹⁷ *Ibidem*.

¹¹⁸ Moltz, 2019.

¹¹⁹ Sheehan, 2007: 159.

¹²⁰ Sheehan, 2007: 159.

¹²¹ *Ibidem*: 170.

¹²² Rathgeber, 2007: 25.

con successo 67 lanci di satelliti e divenne la terza nazione dopo l'Unione Sovietica e gli Stati Uniti, a mandare un astronauta in orbita attorno alla Terra¹²³. Sebbene la storia spaziale della Cina sia stata segnata da molti successi, non è stata un successo ininterrotto. I diversi avvenimenti politici e sociali, la rivoluzione culturale del 1960 e la rottura ideologica con l'Unione Sovietica, che aveva fortemente sostenuto i primi sforzi spaziali cinesi, hanno notevolmente compromesso le attività di ricerca spaziale e ridotto i finanziamenti per la scienza e la tecnologia. Questo ha indubbiamente ritardato la crescita del programma spaziale cinese e l'ha fatto regredire di molti anni, se non di decenni¹²⁴.

Eppure, nonostante questi traumatici eventi politici, il programma spaziale cinese ha continuato a progredire, anche se a un ritmo molto più lento rispetto ai programmi sovietici e statunitensi¹²⁵. Profondamente influenzati dalle idee tecno-logicistiche, i funzionari cinesi consideravano il progresso tecnologico, in particolare nel campo spaziale, un mezzo per promuovere la crescita economica nazionale, guadagnare prestigio internazionale e rafforzare le capacità militari del Paese¹²⁶. Così, il programma spaziale cinese è sopravvissuto a periodi difficili e persino al cambiamento dei paradigmi politici dal rigido comunismo sotto Mao Zedong verso un comunismo più orientato al mercato¹²⁷. Secondo il dottor Yanping Chen¹²⁸, la fase che ha avuto inizio nel 1986 ha segnato l'inizio di un'era prospera per il programma spaziale cinese, con il governo che ha esplicitamente fatto dello spazio "una pietra angolare dello sforzo nazionale di sviluppo scientifico e tecnologico"¹²⁹.

Negli ultimi decenni, la Cina ha intensificato le sue attività spaziali e ha sviluppato robuste capacità specifiche nel settore. Ha acquisito importanti capacità di lancio convertendo i suoi missili in

¹²³ Smith, 2005.

¹²⁴ Brock, 2009.

¹²⁵ Smith, 2003.

¹²⁶ Al-Rodhan, 2012.

¹²⁷ Sheenan, 2007: 161.

¹²⁸ Il Dr. Chen è Presidente dell'Università di Management e Tecnologia di Arlington, Virginia. Ha servito il Project Management Institute come volontaria per vent'anni. All'inizio e a metà degli anni '90 è stata vicedirettrice del Comitato di certificazione professionale per la gestione dei progetti. È stata eletta a membro del Consiglio di amministrazione globale del PMI per sei anni (2005-2010), dove ha ricoperto la carica di vicepresidente del Consiglio di amministrazione e ha diretto diversi comitati del Consiglio.

¹²⁹ Chen, 1991: 128.

razzi e ha creato tre siti di lancio¹³⁰. Nel 2010 la Cina ha lanciato un record di 15 satelliti, diventando così il primo Paese dalla fine della Guerra Fredda ad eguagliare i lanci annuali degli Stati Uniti¹³¹. Oltre alle sue capacità di lancio, la Cina si è impegnata in vari progetti satellitari, tra cui le telecomunicazioni, il telerilevamento, la navigazione satellitare ed i satelliti meteorologici e scientifici. Mentre tutti questi sono stati inizialmente sviluppati per scopi civili, le informazioni che raccolgono e il *know-how* tecnologico acquisito durante il loro processo di costruzione possono ovviamente essere trasferiti anche ad applicazioni militari¹³². È quindi difficile distinguere tra attività spaziali civili e militari cinesi, poiché la maggior parte dei sistemi ha capacità a doppio uso e alcuni programmi civili sono posti sotto la supervisione militare¹³³.

Oltre ai satelliti e alle capacità di lancio, la Cina ha ottenuto un notevole successo nelle scienze spaziali e nei voli con equipaggio, inviando un uomo nello spazio nel 2003 e ripetendo con successo l'esperienza nel 2005¹³⁴.

La politica spaziale della Cina e il suo programma spaziale sono strettamente legati al Piano quinquennale per lo sviluppo economico e sociale del Paese pubblicato nel 2006. Nel Piano quinquennale è stato identificato il programma spaziale cinese come una priorità strategica fondamentale e il suo budget da incrementare in modo sostanziale¹³⁵.

Un programma spaziale di successo fornisce una grande legittimità al partito al potere (Partito Comunista Cinese - PCC). Come spiega Kevin Pollpeter, "sviluppando un solido programma spaziale e partecipando ad attività di alto profilo come il volo spaziale umano, il Partito Comunista dimostra di essere il miglior fornitore di benefici materiali per il popolo cinese e la migliore organizzazione per spingere la Cina al posto che le spetta negli affari mondiali"¹³⁶. Inoltre, le spettacolari realizzazioni spaziali come il volo spaziale con equipaggio umano possono avere un'importanza geostrategica significativa, poiché conferiscono prestigio internazionale e possono tradursi in un potere politico più forte sulla scena mondiale¹³⁷. Pertanto, nonostante

¹³⁰ Al-Rodhan, 2012.

¹³¹ Chen, 2011.

¹³² Johnson-Freese, 2007: 9.

¹³³ Pagkratis, 2010: 52.

¹³⁴ Al-Rodhan, 2012.

¹³⁵ Al-Rodhan, 2012.

¹³⁶ Pollpeter, 2008: viii.

¹³⁷ Johnson-Freese, 2007: 5.

gli importanti costi del volo spaziale umano, i funzionari cinesi continuano a far progredire il volo spaziale umano e l'esplorazione dello spazio come obiettivi prioritari¹³⁸.

La Cina non ha mai nascosto l'ambizione di creare una propria stazione spaziale¹³⁹. Quest'ultimo obiettivo è particolarmente importante per la Cina, poiché finora al Paese è stato impedito di partecipare allo sviluppo e alle missioni della ISS. La Cina ha dichiarato chiaramente la sua volontà di aderire alla ISS, mettendo a disposizione sia capacità tecniche spaziali avanzate sia un significativo contributo finanziario al progetto. La Cina ha lasciato intendere che vorrebbe far parte del progetto ISS e che abbandonerebbe i suoi piani per la propria stazione spaziale se le venisse data la possibilità di partecipare¹⁴⁰. Tuttavia, la comunità internazionale, e in particolare gli Stati Uniti, è molto diffidente nei confronti della Cina e teme il rischio di una proliferazione tecnologica in Paesi come la Corea del Nord e l'Iran¹⁴¹. Due sono i motivi di sfiducia: l'uso di un'arma anti-satellite (il 12 gennaio 2007 la Cina ha portato a termine un test per la distruzione di un suo satellite meteorologico in disuso, sparando un missile balistico dalla Terra¹⁴²) e l'*hacking* della proprietà intellettuale del Jet Propulsion Laboratory (laboratorio statunitense dedicato alla progettazione, allo sviluppo e alla costruzione delle sonde spaziali scientifiche senza equipaggio della NASA). Questi due eventi avrebbero portato alla legge, approvata nel 2011, per bandire la Cina dalla Stazione Spaziale Internazionale¹⁴³.

Ancora oggi, alla Cina non è permesso visitare la Stazione Spaziale Internazionale, ma altre agenzie spaziali, a parte la NASA, hanno espresso il desiderio di averla a bordo. Dopo tutto, è stata la collaborazione internazionale a concepire la Stazione Spaziale Internazionale in primo luogo, e con menti più brillanti nello spazio esterno, l'umanità potrebbe fare un passo avanti nella prossima era dei progressi tecnologici nello spazio¹⁴⁴.

Con una missione senza equipaggio sulla superficie lunare e con il suo Giada Rabbit Rover, l'istituzione di un sostanzioso programma di scienze spaziali e la co-sponsorizzazione (con la Russia) di un'ini-

¹³⁸ Al-Rodhan, 2012.

¹³⁹ Xinhua, 2011.

¹⁴⁰ Foust, 2008.

¹⁴¹ Al-Rodhan, 2012.

¹⁴² La Stampa, 2007.

¹⁴³ Bouchard, 2020.

¹⁴⁴ Bouchard, 2020.

ziativa delle Nazioni Unite per prevenire la corsa agli armamenti nello spazio, la Cina ha comunque cercato di migliorare la sua credibilità come attore spaziale responsabile. Nel 2008, il Paese aveva tentato di affermarsi come leader spaziale internazionale fondando la Cooperazione Spaziale Asia-Pacifico Organizzazione (APSCO). L'APSCO, con sede a Pechino, è stata concepita sul modello dell'Agenzia Spaziale Europea, ma la limitata capacità spaziale degli altri suoi stati membri (tra cui Iran, Mongolia, Pakistan e Perù), ha ridotto la probabilità che da ciò emergano vere e proprie sinergie tecnologiche da questa collaborazione¹⁴⁵.



Fig. 33: Logo dell'APSCO - Fonte: APSCO

Il test antisatellite della Cina nel gennaio 2007 ha mostrato un altro lato più preoccupante del suo programma spaziale a gestione militare. Sfidando le norme internazionali sull'attenuazione dei detriti e continuando poi a sviluppare una serie di capacità di contrasto spaziale nel corso del decennio successivo, la Cina ha mostrato l'impegno a sviluppare una capacità militare offensiva finalizzata a un possibile utilizzo contro gli Stati Uniti in un futuro conflitto globale. Da attore militare praticamente inesistente nel 2000, la Cina è emersa nel 2017 come un potente concorrente, anche se con un'esperienza operativa notevolmente inferiore. Solo nel settore commerciale le capacità spaziali della Cina sembrano essere in ritardo rispetto ai leader

¹⁴⁵ Moltz, 2019.

mondiali dello spazio. Mentre la China's Great Wall Industry Corporation ha ampliato le vendite di satelliti in orbita e di lanci a basso costo in paesi come Nigeria, Venezuela, Bolivia e Laos, la natura altamente sovvenzionata della maggior parte di questi accordi suggerisce che i criteri di vendita si basano più sulla politica che sull'economia. Nel settore dei lanci, dopo la perdita dei diritti di lancio per i satelliti con qualsiasi componente USA dopo il 1999¹⁴⁶, la Cina ha lentamente conquistato una nicchia di mercato commerciale grazie agli sforzi nello sviluppo di satelliti senza componenti americani. Tuttavia, questo mercato è rimasto modesto.

In ogni caso la Cina, nel periodo dal 2000 al 2017, ha avuto maggiori sviluppi nel campo spaziale rispetto alla Russia e agli USA, anche se il programma spaziale americano continua a guidare il mondo per quanto riguarda le sue capacità spaziali assolute¹⁴⁷.

3.3. *Il posizionamento dell'Italia.*- L'Italia, a partire dagli anni Sessanta, è impegnata nel settore spaziale, un tema diventato man mano più importante per il nostro Stato come per l'Europa.

Lo spazio oggi cambia rapidamente: è affollato, conteso e competitivo. Come per il resto del mondo, inizialmente, la corsa a questa nuova dimensione era basata su fini militari ed obiettivi di prestigio; con il tempo, esso è poi diventato fonte di obiettivi maggiormente economici, ma è comunque un ambito destinato a cambiare profondamente nel futuro.

L'Italia, grazie ad una filiera scientifica, tecnologica e industriale sviluppata, è oggi la sesta potenza globale e uno dei *leader* europei nel settore spaziale, posizionandosi al terzo posto fra le potenze europee. L'Italia con la Francia è anche l'unica nazione europea con competenze avanzate in tutta la filiera spaziale, dai lanciatori, ai satelliti, agli strumenti scientifici e le operazioni. Questa posizione di rilievo non solo garantisce prestigio internazionale al nostro Paese, ma assicura gli strumenti necessari per affrontare adeguatamente le crescenti sfide di sicurezza all'interno e all'esterno dei propri confini.

¹⁴⁶ A partire dal 1999, il Governo americano ha vietato l'esportazione, la riesportazione o il trasferimento di tecnologie o know-how in Cina. È stato inoltre vietato il lancio di satelliti americani dal territorio cinese (Lague, 2013). Come il Pentagono ragionevolmente temeva, la vendita di satelliti e componenti tecnologici avrebbe potuto migliorare la portata delle comunicazioni militari cinesi in Asia e aiutare la Cina a perfezionare la sua tecnologia missilistica. Washington doveva controllare strettamente la tecnologia militare avanzata della Cina (*The New York Times*, 25 febbraio 1999).

¹⁴⁷ Moltz, 2019.

Dato il ruolo dell'Italia nel settore, è importante soffermarci sulle specificità e le opportunità di sviluppo del programma spaziale nazionale e del relativo comparto industriale. È fondamentale, soprattutto, avere un'azione sistemica - il sistema spazio-Italia - che sia coerente rispetto al ruolo dei numerosi attori che popolano l'arena spaziale a livello internazionale e che questo sistema sia in grado di delineare ed esprimere le priorità strategiche dell'Italia nello spazio.

3.3.1. *Gli accordi internazionali bilaterali o multilaterali per la partecipazione dell'Italia a programmi o imprese spaziali (1960-1998).*- Il 1957 è stato l'anno geofisico internazionale, anno in cui iniziò anche la competizione internazionale, principalmente fra USA e URSS - le prime potenze ad essere in competizione l'una con l'altra per primeggiare nella corsa allo spazio.

All'inizio, soltanto le due superpotenze erano in grado di affrontare le sfide tecnologiche e i costi delle attività spaziali; con il tempo, a partire dagli anni '60, lo sviluppo economico di vari Paesi, le scoperte scientifiche e il progresso tecnologico favorirono anche altre nazioni, tra cui l'Italia. L'Italia è stata la terza nazione al mondo, dopo l'Unione Sovietica e gli Stati Uniti ad aver gestito autonomamente la messa in orbita di un proprio satellite: il 15 dicembre 1964 l'Italia ha provveduto a lanciare in orbita autonomamente il San Marco I con il vettore Scout, fornito gratuitamente dagli Stati Uniti. Il satellite era stato totalmente progettato e costruito in territorio italiano, nel quadro del Progetto San Marco (1962-1988), ideato e diretto dall'ingegnere Luigi Broglio e venne lanciato da un gruppo di tecnici ed operatori italiani dal poligono di Wallops Island (Virginia, Stati Uniti). In seguito, venne realizzata dall'Italia una base di lancio voluta dallo stesso Broglio a Malindi, in Kenya. Da questa base fu poi lanciato in orbita il satellite San Marco II, nuovamente con la concessione di un razzo americano, nel 1967¹⁴⁸.

L'Italia ha, poi, sempre investito considerevoli risorse nel settore spaziale, partecipando ai programmi dell'ELDO (*European Launcher Development Organization*) e dell'ESRO (*European Space Research Organization*), le organizzazioni dalla cui fusione è nata, nel 1975,

¹⁴⁸ San Marco 1, 2 (A, B); in 'Gunter's Space Page'; traduzione nostra https://space.skyrocket.de/doc_sdat/san-marco-1.htm.

l'Agenzia Spaziale Europea (ESA)¹⁴⁹, anche questa fortemente voluta e proposta fin dagli anni '50 dal grande scienziato italiano Edoardo Amaldi.

Oltre la partecipazione a programmi ed imprese spaziali, l'Italia si è distinta anche per la partecipazione a diversi accordi bilaterali e multilaterali. La cooperazione bilaterale, che inizia con Broglio, è stata ritenuta uno strumento estremamente importante al fine di potenziare le relazioni intergovernative e di perfezionare le attività nello spazio fra diversi Paesi.

In merito alla cooperazione dell'Italia in ambito spaziale, essa si presenta ampia e diversificata, a partire dagli accordi intergovernativi nelle materie attinenti all'uso pacifico dello spazio. Si possono citare, infatti, numerosi accordi bilaterali di cooperazione scientifica e tecnologica inizialmente stipulati dall'Italia con Paesi europei. Tali accordi, originariamente, sono stati conclusi quando né l'Italia né gli altri Stati dell'Europa avevano capacità spaziali autonome. Alla fine degli anni Ottanta, con la nascita dell'Agenzia Spaziale Italiana e con la partecipazione dell'Italia e degli altri Paesi a specifici programmi ed esperimenti, la cooperazione dell'Italia in ambito spaziale è aumentata considerevolmente¹⁵⁰.

Al di fuori dello scenario europeo, fra gli accordi intergovernativi bilaterali di cooperazione scientifica e tecnologica che hanno dato origine a forme di collaborazione nell'ambito spaziale, si ricordano:

- l'accordo fra Italia ed Egitto del 1975, incentrato a rafforzare le relazioni amichevoli fra i due Paesi ed i loro popoli, attraverso lo sviluppo della cooperazione scientifica e tecnica¹⁵¹;
- l'accordo fra il governo italiano e quello sovietico del 1988, concernente l'esplorazione e l'uso dello spazio extra-atmosferico a scopi pacifici¹⁵², seguito da una Dichiarazione d'intenti per promuovere l'attività dell'organizzazione non governativa nazionale "*International center for scientific culture-world laboratory*" del

¹⁴⁹ Krige J., Russo A., Sebesta L.; A History of the European Space Agency, 1958-1987 (Vol. 1 – ESRO and ELDO, 1958-1973); Noordwijk, ESA Publications Division, 2000; traduzione nostra.

¹⁵⁰ Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999.

¹⁵¹ Accordo di Cooperazione Scientifica e Tecnica fra il Governo della Repubblica Italiana e il Governo della Repubblica Araba Egiziana, stipulato a Il Cairo il 29 aprile 1975 in triplice copia nelle lingue Araba, Italiana ed Inglese.

¹⁵² Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999; pp. 30-32.

1989, con il quale i due Paesi approvarono un piano per studiare metodi e strumenti di conversione ad usi scientifici di missili ritirati, decidendo inoltre di costruire in Italia una stazione terrestre per la ricezione, il trattamento e la diffusione di dati telerilevati, a vantaggio dei Paesi in via di sviluppo¹⁵³;

- l'accordo fra Italia e Giappone del 1988, che stabiliva una cooperazione scientifica e tecnologica più ampia fra i due Paesi¹⁵⁴;

- l'accordo fra Italia e Stati Uniti del 1988, riguardante la partecipazione dei due Paesi a progetti di cooperazione scientifica e tecnologica¹⁵⁵;

- due accordi fra il Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica e l'Agenzia Spaziale Europea del 1991, riguardante lo sviluppo del progetto "Scirocco", finalizzato alla costruzione di un impianto ad arco-plasma in Italia per collaudare il sistema di protezione termica del futuro velivolo spaziale "*Hermes*"¹⁵⁶;

- l'accordo fra Italia e Argentina del 1992, il quale prevedeva il consueto scambio di scienziati ed esperti, progetti e ricerche comuni, scambio di materiali e strumenti con cooperazione in materia di lanci suborbitali¹⁵⁷;

- l'accordo fra Italia e Cina del 1998, concernente la cooperazione bilaterale nei settori della cultura, della scienza e della tecnologia¹⁵⁸, che sostituisce il precedente Accordo in materia, firmato a Roma il 6 ottobre 1978¹⁵⁹.

Si ricordano inoltre gli accordi bilaterali tra Italia e Stati Uniti per la realizzazione delle missioni Tethered Satellite 1 e 2¹⁶⁰ e i Memoranda of Understanding firmati a livello di Governo per le

¹⁵³ Ivi; pp. 33-34.

¹⁵⁴ Accordo fra Italia e Giappone sulla cooperazione scientifica e tecnologica, 7 ottobre 1988, Tokyo.

¹⁵⁵ Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999; pp. 43-44.

¹⁵⁶ Ivi; pp. 50-62.

¹⁵⁷ Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999; pp. 13-16.

¹⁵⁸ Ratifica ed esecuzione dell'Accordo fra il Governo della Repubblica italiana ed il Governo della Repubblica popolare di Cina per la cooperazione scientifica e tecnologica, con Allegato, firmato a Pechino il 9 giugno 1998. Legge n. 135 del 2 Agosto 2007, in «Gazz. Uff.» n. 199 del 28 Agosto 2007.

¹⁵⁹ Accordo con la Cina per la cooperazione scientifica e tecnologica; 10 febbraio 2005; <http://documenti.camera.it/Leg14/dossier/Testi/ES0365.htm>.

¹⁶⁰ ASI - Tethered Satellite System (TSS-1E e TSS-1R); <https://www.asi.it/tethered-satellite-system/>.

missioni IRIS-Lageos-2¹⁶¹ e della sonda interplanetaria Cassini¹⁶², anche con scambio di note diplomatiche.

Tutti questi accordi hanno dato origine a progetti di cooperazione nel settore della scienza e della tecnologia spaziale, soprattutto per le comunicazioni satellitari e per la ricerca nel campo dell'astronomia, della microgravità e dell'astrofisica. Tali accordi prevedono una collaborazione in un'area molto ampia di studi spaziali: comprendono, infatti, diverse ricerche nel campo delle scienze planetarie e astrofisiche, nel campo dell'osservazione della Terra e stabiliscono una serie di lavori congiunti di ricerca e collaborazione, di scambio di esperienze e informazioni scientifiche, nonché numerosi esperimenti congiunti in orbita. Questi accordi mostrano come la cooperazione italiana in materia spaziale si estenda a tante attività fra loro diversificate e come le relazioni sussistano sia con potenze spaziali, sia con Paesi in via di sviluppo, sia con organizzazioni internazionali.

3.3.2. Gestione delle attività spaziali e nascita dell'Agenzia Spaziale Italiana.- L'Italia, prima del 1988, si era sempre impegnata in attività spaziali con progetti occasionali gestiti dal CNR, il Consiglio Nazionale delle Ricerche. La ricerca spaziale è stata, infatti, competenza del Consiglio sin dalla creazione del Comitato di Ricerche Spaziali (CRS) nel 1959, per iniziativa del fisico Edoardo Amaldi¹⁶³. Tuttavia, per la gestione della ricerca spaziale, il CNR non aveva a disposizione una dotazione finanziaria efficiente ed ogni iniziativa era sostenuta in via legislativa con l'approvazione di leggi apposite.

Il settore spaziale era uno degli obiettivi primari europei e, solo nel 1979, la gestione finanziaria del programma spaziale venne assegnata al CNR ed in particolare al Piano Spaziale Nazionale del Servizio Attività Spaziali - PSN/SAS, il quale era stato incaricato, in via temporanea, della gestione e della partecipazione italiana all'Agenzia Spaziale Europea.

Il progetto di creazione di un ente italiano dedicato al settore spaziale è stato sostenuto dal ministro Granelli nel 1985, il quale voleva creare un ente del tutto indipendente dal CNR e che avesse un assetto

¹⁶¹ ASI - IRIS; in 'ASI Trasporto spaziale'; <https://www.asi.it/trasporto-spaziale/lageos-2/>.

¹⁶² ASI - Cassini; in 'ASI I Pianeti, le Stelle, l'Universo - Sistema solare e oltre'; <https://www.asi.it/esplorazione/sistema-solare/cassini/>.

¹⁶³ De Maria M.; Europe in space: Edoardo Amaldi and the inception of ESRO; Parigi, ESA-HSR, 1993; traduzione nostra.

amministrativo innovativo. Uno dei motivi era anche quello di poter dialogare tra organizzazioni simili, ovvero Agenzie, tra l'Italia e gli Stati Uniti, oltre che avere una più efficace presenza in ESA. L'Agenzia Spaziale Italiana sarebbe stata, quindi, lo strumento adatto per guidare i programmi spaziali, grazie al quale l'Italia avrebbe potuto offrire un contributo migliore sia in sede europea quanto internazionale¹⁶⁴.

Nata nel 1988, l'Agenzia Spaziale Italiana ha fornito da subito un coordinamento unico in tutte le attività spaziali, affermandosi come uno dei più importanti attori mondiali sulla scena della scienza spaziale, delle tecnologie satellitari e dello sviluppo di mezzi per raggiungere ed esplorare il cosmo. L'Agenzia è stata istituita con legge n. 186 del 30 maggio 1988¹⁶⁵ ed è un ente pubblico nazionale. È dotata di personalità giuridica, con autonomia finanziaria e di gestione, ed è preposta a promuovere e sviluppare la ricerca e i progetti nazionali e internazionali, con la collaborazione del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI) e sotto il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Scientifica (MIUR). Attualmente, quest'ultimo, insieme al Ministero della Difesa, delle Attività Produttive, delle Infrastrutture e dei Trasporti, delle Comunicazioni e dell'Ambiente e Tutela del Territorio e MAECI, promuove la definizione degli indirizzi di Governo in materia spaziale, coordina i programmi dell'ASI con l'attività delle amministrazioni, supporta l'ASI per gli accordi internazionali ed infine approva il piano spaziale nazionale della durata di tre anni. L'ASI predispone, infatti, la proposta di Piano Spaziale Nazionale e ne cura l'attuazione secondo gli indirizzi approvati dal Governo e, nel quadro del coordinamento delle relazioni internazionali, assicurato dal Ministero degli Esteri, partecipa ai lavori del Consiglio dell'Agenzia spaziale europea ed ai programmi da questa curati. Stipula, inoltre, accordi internazionali, sia bilaterali che multilaterali, per la partecipazione dell'Italia a programmi spaziali. Infine, sostiene e coordina la partecipazione italiana a progetti e iniziative dell'Unione Europea¹⁶⁶.

¹⁶⁴ Ruberti A.; Una politica per la ricerca e per l'università; in Europa a confronto. Innovazione, tecnologia, società; Roma, Bari, Laterza, 1990.

¹⁶⁵ Legge n. 186 del 30 maggio 1988, oggi abrogata dal Decreto Legislativo n. 27 del 30 gennaio 1999 dal titolo «Riordino dell'Agenzia spaziale italiana», ai sensi della legge 15 marzo 1997 n. 59.

¹⁶⁶ L'Agenzia Spaziale Italiana in breve: profilo e attività; <https://www.asi.it/lagenzia/chisiamo/>; Catalano Sgrossi G.; Diritto internazionale dello spazio; Vicchio, LoGisma, 2011; cap. II, II.4.b.3. Agenzia spaziale italiana; pp. 225-228.

Di conseguenza, si può affermare che l'attività dell'Agenzia spaziale italiana è connotata da un forte internazionalismo, sia a livello europeo (in quanto l'Italia, oltre ad esserne uno dei fondatori, è il terzo paese che contribuisce maggiormente all'Agenzia Spaziale Europea) sia a livello mondiale. L'ASI ha, infatti, un rapporto di collaborazione stretto e continuo con la NASA. Questa relazione ha portato l'ASI a partecipare a diverse missioni scientifiche e a molti progetti di alto livello, tra cui le attività della Stazione Spaziale Internazionale (ISS - *International Space Station*)¹⁶⁷.

Per ciò che concerne la natura degli accordi stipulati dall'ASI si nota che, precedentemente alla sua nascita, erano utilizzati maggiormente accordi-quadro o accordi inter-governativi. Dal 1988, invece, sono preferiti accordi-quadro inter-agenzie. Questi ultimi sono degli accordi che hanno l'obiettivo di razionalizzare e coordinare le attività scientifiche ed industriali in corso tra diversi paesi, riportandole sotto l'autorità delle agenzie nazionali, come nel caso dell'Accordo tra l'Agenzia spaziale tedesca (Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten – DARA) e l'Agenzia spaziale italiana sul progetto X-SAR nel 1991¹⁶⁸ o la Dichiarazione comune tra la NASA e l'ASI del 1997¹⁶⁹.

I primi accordi inter-agenzia non prevedevano oneri finanziari, né scambi di fondi, ma si concentravano essenzialmente sul fissare le condizioni e i termini per stabilire delle cooperazioni in campi di comune interesse, permettendo alle comunità scientifiche ed industriali dell'Italia e i diversi Paesi *partner* di approfondire le reciproche conoscenze attraverso scambi di informazioni, di personale, di visite, di programmazione e di confronto. Gli accordi, poi, rimandavano alla stipula di protocolli specifici sui singoli programmi e progetti.

Si valutava attentamente, quindi, la scelta del titolo dell'accordo, considerando il livello di evoluzione complessivo dell'accordo stesso e basandosi sul programma di cooperazione internazionale concernente il progetto al momento della sottoscrizione dell'atto. Per questa ragione, oltre agli accordi-quadro, sono nate anche le Dichiarazioni congiunte di intenti, gli *Statement of Intent*, i *Memoranda of Understanding*, gli *Agreement*, gli Scambi di lettere e gli *Arrangement*.

¹⁶⁷ Catalano Sgrosso G.; Diritto internazionale dello spazio; Vicchio, LoGisma, 2011; cap. II.4.b.3. Agenzia spaziale italiana; pp. 225-228.

¹⁶⁸ Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999; pp. 241-254.

¹⁶⁹ Ivi; pp. 279-280.

Fra le Dichiarazioni congiunte di intenti ricordiamo quelle sottoscritte durante le visite ufficiali dell'Agenzia Spaziale Italiana a Washington nel novembre 1997¹⁷⁰, a Pechino nell'aprile 1998¹⁷¹ o le visite di delegazioni straniere in Italia.

Per quanto concerne gli *Statement of Intent* ne sono esempio quelli tra ASI e CNES¹⁷² ed ASI e CONAE¹⁷³, relativi ai rispettivi sistemi di osservazione della Terra, firmati rispettivamente il 5 marzo 1999 e il 29 marzo 1999¹⁷⁴.

Invece, per quanto riguarda i *Memoranda of Understanding*, gli *Arrangement* e gli Scambi di lettere, essi rimangono classici strumenti di accordo, spesso rigorosamente dettagliati, che costituiscono un'elevata gamma di atti convenzionali per la partecipazione a missioni ed imprese spaziali. In alcuni casi, come lo MoU della Missione Cassini, suffragati anche attraverso lo scambio di note diplomatiche.

Da quanto detto si evince che l'Agenzia spaziale italiana è impegnata da diversi anni, quotidianamente, su vari fronti, sia a livello bilaterale quanto sul livello multilaterale, sia nazionalmente che internazionalmente, ed è a servizio del governo nelle cooperazioni scientifiche intergovernative, con le altre agenzie spaziali e in tutti i più importanti programmi e processi di elaborazione di una politica spaziale volta alla cooperazione e allo sviluppo del diritto spaziale internazionale.

3.3.3. Il contributo dell'ASI alla realizzazione della Stazione Spaziale Internazionale.- Fin dalla sua nascita, l'ASI si è sempre impegnata in diversi progetti e programmi, che hanno aumentato la sua collaborazione ed il suo sviluppo in ambito spaziale. Fra i programmi più rilevanti a cui l'Agenzia ha dato il suo apporto si può menzionare la Stazione Spaziale Internazionale.

La Stazione Spaziale Internazionale è l'unica attuale stazione esistente operante. Non è la prima, in quanto ci sono state, in particolare, una stazione sperimentale americana (Skylab), negli anni '70 e una

¹⁷⁰ Ivi; pp. 279.

¹⁷¹ Ivi; pp. 224-227.

¹⁷² Il Centre national d'études spatiales è l'agenzia governativa francese che si occupa delle attività spaziali; <https://spi.cnes.fr/en/web/CNES-en/3773-about-cnes.php>.

¹⁷³ La Comisión Nacional de Actividades Espaciales è l'organismo competente per lo studio, l'esecuzione, il controllo e la gestione dei progetti e le attività spaziali in Argentina; <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae>.

¹⁷⁴ Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999; pag.198.

stazione spaziale sovietica (Mir), negli anni '80¹⁷⁵. Entrambi i paesi, USA e URSS, risultavano essere competenti nelle attività spaziali e possedevano i fondi necessari per finanziare diversi tipi di progetti, al punto di trovarsi talvolta in competizione l'uno con l'altro. Dunque, la Stazione Spaziale Internazionale è interessante non solo come esempio di cooperazione nelle attività spaziali ma anche dal punto di vista competitivo e giuridico.

Il primo accordo governativo, contenente il progetto di realizzazione della ISS, risale al 25 gennaio 1984, quando il presidente degli Stati Uniti, Ronald Reagan, incaricò l'agenzia spaziale nazionale, la NASA, di realizzare una stazione spaziale per implementare le future esplorazioni del cosmo, invitando alcuni stati a parteciparvi. Fra questi vi erano undici Stati europei, facenti parte dell'ESA (tra cui anche l'Italia), il Canada e il Giappone. Questo accordo, però, non è mai decollato per una serie di problemi finanziari: erano anni in cui gli Stati hanno iniziato ad avere problemi di bilancio e venivano tagliati i fondi destinati alle attività spaziali, facendo accumulare dei ritardi che hanno reso irrealizzabile il progetto, data anche la mancanza di un *partner* fondamentale con molta esperienza nel campo della creazione e gestione spaziale, ossia la Russia (all'epoca Unione Sovietica).

Nel 1993, finita la Guerra Fredda, si instaurò finalmente una situazione di collaborazione tra gli USA, gli stati occidentali e la Russia. Gli Stati Uniti estesero, d'accordo con gli altri Partner, alla Russia l'invito a partecipare al progetto che era stato lasciato da parte qualche anno prima. Grazie all'apporto della Russia, infatti, il progetto si è potuto finalmente realizzare. I diritti e i doveri sono stabiliti da un accordo intergovernativo (IGA) firmato il 28 gennaio del 1998. L'accordo fu firmato dalle principali nazioni coinvolte nel progetto della ISS: Stati Uniti, Russia, Canada, Giappone e undici stati dell'Agenzia Spaziale Europea, tra cui l'Italia¹⁷⁶. L'ASI ha inoltre stabilito un rapporto bilaterale con la NASA che ha permesso la realizzazione in Italia di circa il 50% degli spazi abitabili della ISS e di avere un alto numero di astronauti italiani.

La Stazione Spaziale Internazionale oggi ha ventidue anni ed è in continuo cambiamento. Uno degli obiettivi principali della ISS è condurre specifici esperimenti, i quali richiedono condizioni particolari per essere svolti e che sarebbero difficilmente riproducibili sulla

¹⁷⁵ <http://www.aripc.it/filmati/Stazione%20Spaziale%20Internazionale.pdf>.

¹⁷⁶ Stazione Spaziale Internazionale; in 'ASI Vita nello Spazio'; <https://www.asi.it/vita-nello-spazio/stazione-spaziale-internazionale/>.

Terra. I principali campi di ricerca sono la fisica, la biologia, l'astronomia, la scienza dei materiali e la meteorologia.

In realtà, nella NASA, ma anche in altri paesi, vi è una tendenza alquanto critica riguardo alla ISS, accusata di essere uno spreco di tempo e soldi che potrebbero essere investiti in altri programmi e progetti. Viceversa, i fautori dell'esplorazione spaziale affermano che i miliardi di dollari già spesi per finanziare determinate attività hanno già prodotto benefici importanti per la popolazione terrestre¹⁷⁷.

L'Italia ha contribuito in modo rilevante sia attraverso l'elaborazione di progetti ed esperimenti, sia attraverso un accordo diretto tra Agenzia Spaziale Italiana e NASA, per lo sviluppo di componenti che costituiscono parte integrante della Stazione.

L'Italia si è impegnata nel programma della Stazione Spaziale Internazionale in triplice modalità:

- attraverso l'accordo bilaterale tra l'ASI e la NASA che prevedeva la fornitura, da parte di ASI, di tre moduli logistici (*Multi-Purpose Logistics Module* - MPLM) in cambio di diritti di utilizzo della Stazione;
- attraverso la partecipazione nell'ambito dell'ESA, alla realizzazione del laboratorio Columbus (laboratorio multidisciplinare europeo specifico per la ricerca);
- attraverso un'intesa con la NASA e l'ESA per la realizzazione in Italia dei Nodi 2 e 3 della ISS e della Cupola¹⁷⁸.

Si sottolinea che l'industria italiana è stata fortemente impegnata nella realizzazione di elementi chiave della stazione, sviluppati dall'Agenzia spaziale europea, come la Cupola, il modulo spaziale di osservazione che permette agli astronauti di vedere direttamente fuori la Stazione Spaziale Internazionale¹⁷⁹.

Inoltre, ricordiamo i già citati MPLM Leonardo, Raffaello e Donatello¹⁸⁰. Questi ultimi erano moduli pressurizzati per il trasporto, a bordo della ISS, di equipaggiamento, rifornimenti e attrezzature peri-

¹⁷⁷ Catalano Sgrossi G.; *Diritto internazionale dello spazio*; Vicchio, LoGisma, 2011; cap. II.6. Voli spaziali abitati – La Stazione Spaziale Internazionale; pp. 232-271.

¹⁷⁸ L'Italia e la Stazione Spaziale Internazionale; in 'ASI Vita nello Spazio'; <https://www.asi.it/vita-nello-spazio/>.

¹⁷⁹ Cupola; in 'ASI - Stazione Spaziale Internazionale - Cupola'. "La Cupola è la 'finestra' della Stazione Spaziale Internazionale". <https://www.asi.it/vita-nello-spazio/stazione-spaziale-internazionale/cupola/>.

¹⁸⁰ *Multi Purpose Logistic Module*; in 'ASI Vita nello Spazio'; <https://www.asi.it/vita-nello-spazio/stazione-spaziale-internazionale/mplm-2/>.

mentali, mediante lo Space Shuttle americano¹⁸¹. Fino alla loro fine, i MPLM hanno effettuato con pieno successo 12 missioni. Il MPLM Leonardo è ancora operativo ma è stato trasformato da Modulo Logistico di Trasporto in Modulo Permanente, diventando parte della Stazione con un nuovo nome: PMM (*Permanent Multipurpose Module*).

Si può dunque affermare che l'Italia ha un ruolo importante nel programma di sviluppo ed utilizzazione della più grande infrastruttura spaziale abitata, la Stazione Spaziale Internazionale, raggiunto sia con la partecipazione significativa ai programmi europei dell'Agenzia Spaziale Europea, per la realizzazione del Columbus e la sua utilizzazione (l'Italia partecipa in misura del 19%), sia attraverso l'accordo bilaterale con la NASA. Secondo quest'ultimo, a seguito della progettazione, realizzazione e fornitura dei tre moduli logistici ed il relativo supporto ingegneristico per l'intera vita operativa della Stazione, l'ASI ha acquisito i diritti di utilizzazione pari allo 0,85% delle risorse NASA e di voli di astronauti italiani. Questo è anche il motivo per cui la maggior parte degli astronauti non USA sono italiani.

L'ASI è, inoltre, sempre impegnata ad assicurare assistenza operativa e tecnica per tutta l'attività dei moduli della ISS, riguardanti le attività di logistica e manutenzione dei moduli, la preparazione delle missioni, le operazioni di preparazione al volo, l'esecuzione delle missioni, il controllo e la riconfigurazione dei moduli dopo il volo.

3.3.4. Cooperazione italiana nello spazio nel XXI secolo.- Nel XX secolo si è avviata la corsa allo spazio. Tutti i Paesi volevano porsi all'avanguardia nel progresso scientifico e tecnologico e volevano trarre i maggiori benefici possibili dalla scoperta della quarta dimensione. A partire dagli anni Cinquanta, i primi ad avvicinarsi in questa missione furono soprattutto gli USA e l'URSS ma, successivamente, altri stati si avviarono a partecipare a questa nuova attività. All'inizio, però, soltanto le due superpotenze erano in grado di affrontare le sfide tecnologiche e i costi delle attività spaziali; con il tempo, a partire dagli anni '60, lo sviluppo economico di vari paesi, le scoperte scientifiche e il progresso tecnologico favorirono anche altri

¹⁸¹ Lo *Space Transportation System* (STS), comunemente noto come Space Shuttle o Shuttle, è stato un sistema di lancio spaziale riutilizzabile della NASA, utilizzato per missioni spaziali in orbita intorno alla Terra. È stato lanciato in orbita per la prima volta il 12 aprile 1981 e ha portato a termine la sua ultima missione il 21 luglio 2011; in Conversi G.; L'era degli Shuttle (americani e russi); in *'Aviation Report'*, 4 settembre 2018; <https://www.aviation-report.com/era-degli-shuttle-americani-e-russi/>.

Stati. Dunque, le attività spaziali sono sempre più oggetto di espansione, si sono ampliate e continuano a cambiare¹⁸².

Nel tempo sono apparsi sempre più attori nello scenario spaziale, tra i quali ritroviamo il Regno Unito, la Francia, la Germania, l'Italia, il Canada, la Cina, il Giappone, il Brasile, l'India ma anche l'Europa unita: gli stati, infatti, si sono associati per procedere insieme a quelle attività spaziali non fattibili altrimenti a livello nazionale. Inoltre, tra gli attori, non troviamo solo stati: sono presenti, infatti, anche le imprese private. In una prima fase, quando è diventata matura la tecnologia per i dei satelliti per telecomunicazioni, ci sono state diverse imprese private che hanno iniziato a gestire i servizi di comunicazione via satellite. Più di recente, i privati sono stati in grado di costruire lanciatori e mezzi propri per raggiungere lo spazio, iniziando a sviluppare anche i primi sistemi satellitari privati e a gestire l'intero ciclo dell'attività spaziale.

Gli sviluppi tecnologici e scientifici hanno dato luogo a una serie di applicazioni spaziali, tra cui: telecomunicazioni, telerilevamento delle risorse terrestri, posizionamento e navigazione. Con il passare degli anni, quindi, lo spazio è stato sempre più utilizzato anche per creare profitto. Varie delle attività svolte nello spazio sono, infatti, attività capaci di creare profitti in tempi brevi (si pensi primariamente alle telecomunicazioni). Altre attività sono, invece, meno profittevoli, almeno nel breve periodo in quanto si deve ben tener conto dei rischi nei quali si può incorrere. Si tratta di rischi associati a tecnologie non mature a sufficienza che siano quindi in grado di dare la necessaria confidenza a un investitore di realizzare un sistema satellitare pienamente performante ed affidabile rispetto al servizio che si è proposto di erogare. Questo tipo di rischio può causare notevoli perdite sia agli Stati, sia alle agenzie ed organizzazioni internazionali, sia alle imprese private¹⁸³.

Lo spazio nel XXI secolo interessa anche dal punto di vista commerciale: la commercializzazione è strettamente legata alla privatizzazione. Gli Stati, inizialmente, hanno svolto attività propedeutica a fini commerciali, ma oggi la tendenza riguarda più la privatizzazione delle attività di carattere commerciale: sempre più i privati occupano la scena delle attività a valenza commerciale. L'ambito della privatizzazione si è, quindi, sviluppato negli ultimi anni grazie anche allo sviluppo

¹⁸² Catalano Sgrossi G, *Diritto internazionale dello spazio*; Vicchio, LoGisma, 2011; Parte prima – Esplorazione ed uso dello spazio; pp. 47-62.

¹⁸³ Ivi; Parte prima – Esplorazione ed uso dello spazio; pp. 47-62.

della tecnologia: nel XX secolo i satelliti erano molto grandi e difficili da costruire, richiedevano ingenti somme finanziarie ed il know how era limitato a pochi centri gestiti dai governi quindi i privati non potevano essere in grado di finanziare con profitto un'impresa spaziale. Oggi, gli sviluppi tecnologici hanno permesso di creare materiali più leggeri con dimensioni sempre più piccole e con lo stesso tipo di utilità. Ciò ha abbassato notevolmente i costi a tal punto che oggi ci sono una serie di privati che cooperano fra di loro e realizzano piccoli satelliti, effettuando esperimenti e progetti¹⁸⁴.

Importante è anche la disciplina degli usi militari dello spazio. Gli usi militari sono una componente molto rilevante nelle attività spaziali. Ci sono ipotesi di sviluppo, progetto ed utilizzo ancora più intensi nello spazio a fini militari. Nel 2018 il presidente degli Stati Uniti, Donald Trump, ha promosso il progetto di costruire una nuova forza armata, ovvero la forza spaziale chiamata U.S.Space Force, che si aggiungerebbe alle altre cinque forze armate esistenti: esercito, marina, aviazione, *marines* e guardia costiera. La sesta è, appunto, la U.S.Space Force, con uno status uguale alle altre¹⁸⁵. Il 19 febbraio 2019 il Presidente Donald Trump ha firmato la Space Policy Directive-4 (SPD-4) che incarica il Pentagono di stabilire la Space Force. Questo atto di Trump lascia ampiamente intendere l'importanza che viene attribuita oggi dalle maggiori potenze alla dimensione spaziale¹⁸⁶.

Attualmente, alcune delle applicazioni spaziali principali consistono in attività di osservazione attraverso i satelliti spia, osservazione che può essere compiuta sia in tempo di pace quanto in tempo di guerra. Si tratta di osservare gli spostamenti, le manovre di truppe ed armi e qualunque esperimento di natura militare che possa essere effettuato dallo spazio. Viene inoltre effettuata anche un'operazione di *intelligence* attraverso radar e altri sistemi di rilevazione e, sempre via satellite, si possono raccogliere informazioni intercettando comunicazioni. I satelliti, quindi, sono diventati essenziali nel XXI secolo;

¹⁸⁴ Catalano Sgrossi G, Diritto internazionale dello spazio; Vicchio, LoGisma, 2011; Parte Seconda – Aspetti giuridici della commercializzazione dello spazio; capp. I, II, III; pp. 361-441.

¹⁸⁵ Rehm J.; What Is the U.S. Space Force?; in 'space.com', 10 ottobre 2018; traduzione nostra; <https://www.space.com/42089-space-force.html>.

¹⁸⁶ Wall M.; Trump Signs Directive to Create a Military Space Force; in 'space.com', 21 febbraio 2019; traduzione nostra; <https://www.space.com/president-trump-space-force-directive.html>.

vengono utilizzati per le comunicazioni militari, per il posizionamento e la navigazione marittima e per la meteorologia.

Tutte queste applicazioni sono importanti in tempo di pace ma diventano imprescindibili in tempi di conflitti armati. Sono state, infatti, essenziali negli ultimi conflitti a partire dalla Guerra del Golfo del 1991 e diventano sempre più importanti con il passare del tempo. Ormai, c'è un legame stretto e stabilito tra le applicazioni spaziali e le applicazioni digitali, con un'interazione sempre più forte destinata a crescere notevolmente negli anni¹⁸⁷.

Un'ulteriore conferma del processo di rafforzamento di nuove realtà nella dimensione spaziale proviene, poi, dalla crescente rilevanza delle organizzazioni internazionali e delle agenzie spaziali, quali l'ASI o l'ESA. Nel 2003 è stato approvato un riordino dell'Agenzia spaziale italiana con l'obiettivo di ottimizzare le modalità di finanziamento e la sua struttura organizzativa dell'Agenzia. In particolare, sono stati introdotti settori specifici per le attività di ricerca applicata ed è stata definita la natura giuridica dell'ASI quale "ente pubblico nazionale", dotato di personalità giuridica di diritto pubblico e autonomia scientifica, contabile e finanziaria¹⁸⁸.

Nel 2006 oltre due terzi della spesa totale per lo spazio è stata concentrata in diverse aree tra loro distinte: il 29% dei fondi venivano, infatti, utilizzati per l'osservazione della Terra; il 21% per la scienza fondamentale e il 18% per il trasporto spaziale. Il budget rimanente era poi destinato alla navigazione satellitare ed alle telecomunicazioni¹⁸⁹.

L'Agenzia Spaziale Italiana ha quindi avuto un peso sempre maggiore nel contesto europeo in proporzione al settore spaziale, con lo sviluppo di programmi e progetti sempre più specifici. I programmi spaziali scaturiti dall'impegno sempre crescente dell'Agenzia Spaziale Italiana hanno costituito un importante risorsa per migliorare la visibilità internazionale dell'Italia tanto nell'ambito nazionale e internazionale, quanto nelle relazioni bilaterali con i Paesi avanzati o a sostegno dei Paesi in via di sviluppo, facendo assumere all'Italia una

¹⁸⁷ Natalizia G.; *La società internazionale e lo Spazio: cooperazione e competizione nel XXI secolo*; in Folco Biagini A., Bizzarri M.; *Spazio. Scenari di collaborazione*; Ripoli (FI), Passigli Editori, 2013; pp. 106-107.

¹⁸⁸ Da Valle L.; *L'agenzia spaziale italiana e il suo ruolo nella politica spaziale nazionale: organizzazione e programmazione*; *Annuario Università di Pisa*, dicembre 2002.

¹⁸⁹ Peter N.; *European Space Activity in the Global Context*; in *European Space Policy Institute*, Vienna, Austria, Schrogl KU.; *Yearbook on Space Policy 2006/2007. The Yearbook on Space Policy*, vol 1; Springer, Vienna, 2008, traduzione nostra.

posizione di primo piano nel contesto scientifico e tecnologico in ambito spaziale. Infine, l'ASI si è impegnata in maniera sempre più attiva sia nel breve che nel medio e lungo termine per offrire continuità al progresso nel settore spaziale.

Tra i partner internazionali con cui l'Agenzia Spaziale Italiana ha stabilito relazioni privilegiate, si evidenzia la solida tradizione di rapporti bilaterali con la NASA, stabilitasi già negli anni '60 attraverso accordi intergovernativi fra Stati Uniti ed Italia. Sono, infatti, numerosi i programmi di cooperazione fra ASI e NASA in ambito scientifico e tecnologico. Grazie agli sforzi dell'ASI, la comunità scientifica italiana ha avuto un successo inestimabile negli ultimi anni sia nell'astrofisica delle alte energie, sia nelle scienze planetarie, sia nella cosmologia, contribuendo alla promozione di maggiori sviluppi in ambito spaziale.

Oltre al progetto per la costruzione e l'utilizzazione della Stazione Spaziale Internazionale, in cui l'Italia è l'unico dei paesi europei ad avere un ruolo privilegiato grazie all'accordo tra ASI e NASA, si deve ricordare la missione Cassini-Huygens, la più grande missione planetaria finora lanciata, realizzata in piena partnership tra NASA, ASI ed ESA. Vanno anche ricordati i molti esperimenti scientifici italiani condotti grazie ad altre missioni NASA, tra cui: MRO, lanciata nel 2005¹⁹⁰, JUNO, nel 2011¹⁹¹, AMS-02 nel maggio 2011¹⁹² e NuSTAR nel 2012¹⁹³. Anche una missione interamente italiana deve essere menzionata, il satellite LARES lanciato nel 2012 e dedicato allo studio della relatività.

Nel 2015 l'Agenzia Spaziale Italiana ha sottoscritto un Accordo di cooperazione in ambito dell'osservazione della Terra con la NASA, molto interessata ai dati radar della costellazione Cosmo-SkyMed. Inoltre, l'Italia punta ad una cooperazione sempre crescente nel campo delle missioni scientifiche, che le permettono di avere una posizione di

¹⁹⁰ ASI Mars Reconnaissance Orbiter (MRO); in 'ASI I Pianeti, le Stelle, l'Universo - Sistema solare e oltre'; <https://www.asi.it/esplorazione/sistema-solare/mio-sharad/>.

¹⁹¹ Juno – Alla scoperta di Giove, in 'ASI Missioni e Progetti'; <https://www.asi.it/esplorazione/sistema-solare/juno/>.

¹⁹² AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) – La fisica delle particelle va nello spazio; in 'ASI I Pianeti, Le Stelle, L'Universo'; <https://www.asi.it/esplorazione/alte-energie/ams-02/>.

¹⁹³ The Nuclear Spectroscopic Telescope Array Mission (NuSTAR); <https://nustar.ssdc.asi.it/>.

primo piano, considerata anche l'importante collaborazione storica per la Stazione Spaziale Internazionale¹⁹⁴.

L'ultima dimostrazione dei crescenti rapporti tra la NASA e l'ASI è stata confermata con la visita a Washington del presidente dell'Agenzia spaziale italiana Giorgio Saccoccia. Gli USA sono, infatti, il primo *partner* dell'Italia al di fuori dell'Europa e dell'ESA. Diventato Presidente il 10 aprile 2019¹⁹⁵, Saccoccia si è recato a Washington il 6 maggio confermando il ruolo di primo piano che riveste la cooperazione tra Italia e Stati Uniti. I due paesi, infatti, hanno annunciato di voler lavorare insieme a progetti di sbarco sul suolo lunare, sfruttando tutta l'esperienza scientifica e tecnologica accumulata in tanti anni di cooperazioni bilaterali¹⁹⁶.

Il Presidente Saccoccia è stato assistito dall'ambasciatore italiano a Washington, Armando Varricchio, che lo ha accompagnato negli incontri istituzionali e ha aperto i lavori della Conferenza di Saccoccia presso l'ambasciata l'8 maggio, sottolineando come in questo ambito «gli USA e l'Italia vantano una solida tradizione di collaborazione strategica, tra pubbliche Amministrazioni che negli ultimi anni si è arricchita con progetti di eccellenza portati avanti anche da aziende private»¹⁹⁷.

Saccoccia ha presentato le prime linee-guida del governo sulla politica spaziale che nei prossimi mesi saranno tradotte nella strategia spaziale nazionale. In questo modo, l'amministratore della NASA Jim Bridenstine e il Presidente ASI Giorgio Saccoccia hanno confermato la concreta volontà di rafforzare la cooperazione reciproca in campo spaziale e condividere le grandi sfide che riserva il futuro, prima fra tutte il ritorno sulla Luna.

3.3.5. *Il ruolo dell'Italia nell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) – Cooperazione ASI-ESA.* - Come enunciato nel Documento di visione strategica dell'ASI (2010-2020): "Il perseguimento di questi obiettivi

¹⁹⁴ Agenzia spaziale italiana; Piano triennale delle Attività 2017-2019; [https://www.asi.it/wp-content/uploads/2019/11/022 - pta 2017-2019 - pta 2017-2019_finale2.pdf](https://www.asi.it/wp-content/uploads/2019/11/022_-_pta_2017-2019_-_pta_2017-2019_finale2.pdf).

¹⁹⁵ In 'ASI - Il Presidente'; <https://www.asi.it/lagenzia/struttura-organizzativa/il-presidente/>.

¹⁹⁶ Segala G. P.; 'Prima tappa Washington' in CTNA; 12 maggio 2019; <https://www.ctna.it/prima-tappa-washington/>.

¹⁹⁷ ASI-NASA: Saccoccia negli USA per la "Missione Luna"; 14 maggio 2019; <http://spazio-news.it/asi-nasa-saccoccia-negli-usa-per-la-missione-luna>.

generali si articolerà attraverso le seguenti linee specifiche di indirizzo nell'ambito della governance europea dello Spazio:

- privilegiare le competenze nazionali già acquisite, e svilupparne nuove selezionandole prevalentemente a complemento, e non a ricoprimento, di specifiche competenze già esistenti in Europa;
- mantenere uno stretto ruolo di collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea, cui dedicare, come per il passato, circa il 50% delle risorse annuali disponibili dall'ASI, per programmi qualificati purché con ruoli e ritorni di qualità per l'Italia;
- sostenere il ruolo dell'ESA come Agenzia delle Politiche dell'Unione Europea nello Spazio¹⁹⁸.

L'industria spaziale è distribuita oggi in tutta Europa ma i principali siti sono localizzati in Italia, Francia e Germania. L'Europa rappresenta la cornice naturale e una grande opportunità per gli investimenti e lo sviluppo del settore spaziale italiano, soprattutto nel campo della navigazione satellitare e dell'osservazione della Terra, grazie ai sistemi Galileo¹⁹⁹ e Copernicus²⁰⁰, ai quali l'Italia partecipa attraverso il finanziamento di importanti progetti a leadership italiana²⁰¹. L'Italia, va ricordato, è uno dei tre paesi fondatori dell'ESA ed offre un importante contributo, non solo in termini monetari. È infatti presente in ogni attività sia dal punto di vista industriale sia da quello scientifico. Infine, il nostro Paese può vantare una lunga tradizione spaziale grazie a ad oltre 50 anni di continuo e crescente impegno, posizionandosi al sesto posto tra i Paesi ad alto sviluppo spaziale e terzo in Europa²⁰².

In definitiva, l'Italia è impegnata a mantenere il proprio ruolo fondamentale di paese contributore dell'ESA, continuando a gestire gli ambiti di tradizionale eccellenza quali l'innovazione applicativa, l'esplorazione scientifica e robotica, la ricerca e lo sviluppo tecnologico. Dunque l'Italia, insieme a tutti gli altri stati membri dell'ESA e dell'Unione Europea, contribuisce sempre più alla definizione di una

¹⁹⁸ Agenzia spaziale italiana; Documento di visione strategica 2010-2020, 2009.

¹⁹⁹ Galileo – Il sistema europeo di navigazione satellitare; in 'TLC e Navigazione'; <https://www.asi.it/it/flash/telecomunicazioni-e-navigazione/galileo>.

²⁰⁰ Copernicus – Il programma europeo per l'osservazione satellitare della Terra; in 'ASI Scienze della Terra'; <https://www.asi.it/it/attivita/osservare-la-terra/osservazione-della-terra/copernicus>.

²⁰¹ Agenzia spaziale italiana, Documento di visione strategica 2016-2025.

²⁰² Ceccotti E.; Le attività spaziali sono strategiche per l'Italia e l'Europa; in 'Il campo delle idee', 12 marzo 2015; <https://ilcampodelleidee.it/articoli/le-attivit%C3%A0-spaziali-sono-strategiche-l%E2%80%99italia-e-l%E2%80%99europa>.

politica spaziale europea adeguata ed efficiente, che permetta di capitalizzare gli investimenti, di usare competenze comuni e di avviare nuovi programmi ed iniziative spaziali²⁰³.

Per ciò che concerne la cooperazione fra l'Agenzia Spaziale Italiana e l'ESA, La partecipazione italiana ai progetti dell'ESA ha da sempre rappresentato un fondamentale apporto: infatti l'ASI spende una parte importante del proprio budget per finanziare l'Agenzia spaziale europea.

La continua collaborazione tra ASI ed ESA ha portato allo sviluppo di rilevanti progetti di cooperazione fra le due Agenzie: si pensi alla famiglia dei lanciatori Ariane, nel campo dei sistemi di trasporto. Il programma Ariane è principalmente sottoposto alla guida francese, ma l'Italia è responsabile di alcune specificità, quali i motori a stato solido (*booster*) di potenziamento della spinta iniziale dei lanciatori di classe Ariane 5 e 6 e, soprattutto, il progetto e lo sviluppo del vettore VEGA. L'ASI contribuisce, allo stesso tempo, all'*Ariane Research and Technology Accompaniment* (ARTA), facendo in modo di mantenere i requisiti necessari di volo per Ariane e consolidando il sistema di lancio nel complesso²⁰⁴. Il progetto Ariane è molto articolato: riguarda, infatti, una serie di razzi di uso civile; il primo dei quali fu lanciato nel 1979. Le versioni di vettori Ariane sono sei, l'ultima delle quali in corso di sviluppo. Il programma Ariane ha fruttato notevoli successi in ambito spaziale: si pensi ad Ariane 5, che ha raggiunto il traguardo del centesimo lancio mettendo in orbita due satelliti per le telecomunicazioni²⁰⁵.

Il principale progetto di cooperazione nel settore del trasporto spaziale tra ASI ed ESA è il progetto Vega²⁰⁶, un lanciatore ideato e principalmente realizzato in Italia, in grado di portare in orbita un satellite destinato ad orbite basse, commercializzato da Arianespace.

In conclusione si può affermare che l'Italia investe molto nei programmi e progetti aerospaziali, ma finanzia il trasporto spaziale

²⁰³ Agenzia spaziale italiana; Documento di visione strategica 2010-2020, 2009.

²⁰⁴ Harvey B.; Europe's space programme. To Ariane and Beyond; Chichester, UK, Springer Praxis Books, 2003; traduzione nostra.

²⁰⁵ Ariane - Il lanciatore europeo; in 'ASI Trasporto Spaziale'; <https://www.asi.it/trasporto-spaziale/ariane/>.

Croci F., Cento lanci per Ariane 5, 26 settembre 2018; <https://globalscience.globalist.it/lanciatori/2018/09/26/cento-lanci-per-ariane-5-2031354.html>.

²⁰⁶ VEGA - Vettore Europeo Generazione Avanzata; in 'ASI Trasporto Spaziale'; <https://www.asi.it/it/attivita/accesso-allo-spazio/trasporto-spaziale/vega>.

soprattutto attraverso diversi programmi di cooperazione con l'ESA e con l'obiettivo di un accesso europeo indipendente allo spazio.

Proprio la cooperazione tra ASI ed ESA in numerosi progetti ha contribuito allo sviluppo e al consolidamento della capacità sistemica nei piccoli lanciatori, portando ad una crescita di competenze e di tecnologie innovative per il trasporto spaziale. Gli obiettivi di sviluppo di nuovi progetti e programmi vengono perseguiti attraverso iniziative nazionali ed europee e sono inoltre in corso attività di sviluppo e di ricerca per nuove tecnologie, che coinvolgano industrie e istituti di ricerca, come AVIO, nel settore spaziale. L'Europa rappresenta una grande opportunità per lo sviluppo di questo settore e degli investimenti ad esso collegati e queste tecnologie, se ben supportate e difese, potrebbero essere la base dei futuri sistemi di lancio che riuscirebbero a garantire all'Italia di mantenere la sua *leadership* nel settore spaziale.

3.4. *Il modello americano.*

3.4.1. *La NASA e l'approccio alla competizione nell'industria aerospaziale.* - Nei paragrafi precedenti è stato analizzato il concetto di "competizione" nella sua accezione più ricorrente, tenendo conto del panorama internazionale e degli aspetti prettamente nazionali riguardanti l'evoluzione attualmente in atto nel settore spaziale e della cosiddetta *New Space Economy*.

In questo paragrafo, invece, si tenterà di dare un'interpretazione meno usuale di ciò che si intende per competizione nell'ambito delle attività spaziali, ancor più in quelle coinvolgenti attori prettamente commerciali e privati. A questo scopo, si procederà con l'analisi di un caso specifico, il "modello americano". Con questa espressione si fa riferimento all'esempio, ritenuto tra i più attuali ed emblematici, del ruolo degli Stati Uniti d'America nella definizione dei nuovi paradigmi che stanno influenzando la *New Space Economy* a livello globale e che si pongono come obiettivo quella che può essere definita come una vera e propria conquista dell'ottavo continente: lo Spazio.

Al fine di approfondire e studiare lo sviluppo di questo nuovo paradigma, sarà fondamentale esaminare brevemente il ruolo e l'approccio che hanno permesso alla NASA di diventare precursore, nonché protagonista indiscusso, dell'attuale panorama delle attività spaziali, alla luce della competizione che da sempre contraddistingue questo settore e delle profonde novità che sta vivendo in tempi recenti.

La NASA attualmente sta mettendo in atto l'esempio più eclatante del virtuoso modello delle *public-private partnership (PPPs)* nel settore spaziale. Nonostante questi accordi e progetti vengano definiti "commerciali", il Governo ha fornito, e fornisce tuttora, una parte sostanziale dei finanziamenti per lo sviluppo di determinati sistemi, garantendosi l'esistenza di un mercato per l'accesso allo spazio.

È interessante notare come l'investimento pubblico, che rimane fondamentale, viene usato come base e incubatore per ulteriori investimenti privati, che rimangono però controllati e regolamentati dalle autorità statunitensi²⁰⁷. Per inquadrare correttamente il contesto, è bene fare accenno agli attori presenti nel panorama delle attività spaziali statunitensi e che svolgono un ruolo attivo in questo ambito. Al momento, vi sono molte compagnie, grandi e piccole, che stanno effettivamente lavorando su *business plan* relativi ad attività spaziali commerciali. È possibile suddividere queste figure industriali in tre categorie:

- grandi o medie corporazioni (ad esempio, grandi compagnie aerospaziali) che hanno efficaci capacità organizzative e dispongono di ingenti risorse finanziarie, ma generalmente si tratta di società pubbliche quotate in borsa e quindi fortemente limitate, per quanto riguarda i livelli di rischio che possono sopportare nell'intraprendere nuove iniziative, dai propri azionisti;
- nuove compagnie supportate finanziariamente da ricchi imprenditori che nutrono una forte passione per il settore spaziale e che hanno dimostrato di avere una forte propensione ad intraprendere attività che comportano alti gradi di rischio poiché dispongono di risorse sufficienti per sovvenzionare in anticipo gran parte dei costi iniziali di sviluppo tecnologico, ma che non sempre sono idonee a creare nuove grandi infrastrutture aerospaziali in modo del tutto autonomo;
- *start-up* e piccole imprese, che si trovano ancora nella fase iniziale a livello imprenditoriale e finanziario, supportate dai propri fondatori, amici, famiglia e un ristretto gruppo di investitori informali, i cosiddetti *angel investor*, e che, pur producendo importanti innovazioni, si trovano spesso in situazioni economicamente precarie, facendo sì che si trovino idealmente molto vicine al fallimento o al successo;
- bank investments, con la loro tradizione e buona capacità di valutare e affrontare rischi.

²⁰⁷ Darnis J. P., Cosa vuol dire il lancio di SpaceX per gli USA, Affari Internazionali, 31 Maggio 2020.

Queste categorie industriali, presenti nel panorama americano, rappresentano i soggetti che in modo sostanziale e potenziale hanno contribuito, e contribuiscono tuttora, alla creazione di una industria spaziale commerciale e sostenibile, con tutti i benefit sociali che ne conseguono²⁰⁸.

Alcuni dei programmi e delle iniziative ideati dalla NASA, e di cui si farà cenno più avanti nel corso di questa trattazione, vedono coinvolte tutte e tre le suddette categorie. Ad esempio, il fatto che la NASA rappresenti un partner affidabile, di supporto e non-competitivo, e che si pone come obiettivo quello di ridurre il forte rischio politico legato al budget e ai contratti che l'Agenzia stipula, si applica a tutti i partecipanti. Inoltre, la NASA spesso prende iniziative che hanno lo scopo di influenzare positivamente tutti gli attori interessati, attraverso lo sviluppo di *standard* di interoperabilità, in modo che le infrastrutture spaziali possano essere condivise con entità commerciali, e attraverso l'adozione di politiche che regolamentino la partecipazione dei privati, in modo da bilanciare ed equilibrare benefici e rischi sia per lo svolgimento di determinate missioni sia per i contribuenti.²⁰⁹ Per quanto riguarda le compagnie supportate da individui che dispongono di altissimi patrimoni netti, invece, i contratti stipulati con la NASA, gli SAA (*Space Act Agreement*), gli accordi per pagamenti anticipati per attirare, in fase successiva, finanziamenti di *venture capital* o facilitare le iniziali offerte pubbliche, le licenze tecnologiche e l'accesso facilitato alle strutture e al personale della NASA per favorire lo sviluppo e il test di determinati sistemi, hanno cambiato in modo radicale la percezione del rapporto che la NASA ha con le compagnie spaziali commerciali, riducendo gli oneri normativi, migliorando le protezioni di indennizzo, i crediti di imposta e, in alcuni casi, le garanzie sui prestiti per un potenziale e migliore ritorno sull'investimento.²¹⁰ Infine, per le piccole imprese nella loro fase embrionale, il supporto della NASA si traduce in sovvenzioni nelle primissime fasi di sviluppo tecnologico, SAA creati appositamente a questo scopo, creazione di mercati e accesso agli impianti e all'*expertise* della NASA e partecipazione libera o sovvenzionata a competizioni in ambito spaziale. In questo modo le compagnie posso-

²⁰⁸ Near Earth LLC, Supporting Commercial Space Development Part 2: Support Alternatives versus NASA Commercialization Priorities, 2010, pp. 10-11.

²⁰⁹ Ivi, p. 12.

²¹⁰ Near Earth LLC, Supporting Commercial Space Development Part 2: Support Alternatives versus NASA, op. cit., p. 12.

no permettersi di testare le proprie tecnologie innovative in funzione di una futura commercializzazione delle stesse. A tal proposito, la NASA si pone come "primo cliente" della compagnia a seguito di uno sviluppo di successo e mette a disposizione dei crediti di imposta per attirare investitori e limitare l'alto costo dei capitali di avviamento.²¹¹

Alla luce di quanto esposto finora, è già possibile notare ed affermare che uno degli obiettivi principali che la NASA persegue tuttora è quello di dar vita ad una forma di competizione che non si limiti ad una mera "lotta" tra le parti, ma che si declini in una costante sfida che stimoli gli attori industriali presenti in campo e che li sproni al miglioramento, al perfezionamento e all'innovazione, per raggiungere più in fretta e in modo ottimale lo scopo preposto dalla NASA, la quale svolge, in questa particolare circostanza, un ruolo di coordinatore e mediatore tra le parti in azione. Con questo innovativo approccio, che rompe la tradizione con il *modus operandi* attuato fin dalla sua creazione, la NASA ha la possibilità di ridurre drasticamente i costi e di concentrare parte del budget federale in altri progetti, quali le missioni interplanetarie, scientifiche e di esplorazione, permettendo al settore industriale di essere più competitivo e di ottimizzare un segmento delle attività spaziali, quello relativo al trasporto di cargo e esseri umani presso la Stazione Spaziale Internazionale e, in generale, in orbita bassa terrestre, i cui rischi e le cui modalità hanno raggiunto dei livelli di conoscenza sufficienti per cui l'Agenzia può permettere a compagnie private di farsene carico.

3.4.2. *La fine dello Space Shuttle e la nascita dei programmi commerciali.*- L'aumento di spesa pubblica da parte del Governo statunitense nell'ambito dei programmi di volo umano, soprattutto attraverso il programma Apollo nel 1960, ha rafforzato un settore pubblico-privato incentrato sul settore spaziale, rendendo la NASA il nucleo di tutto questo per i successivi 50 anni. Spettava all'Agenzia, con l'approvazione del Senato, definire le strategie per l'esplorazione e l'uso dello spazio, nonché il coordinamento e la definizione della struttura del mercato, che prevedeva principalmente che venissero investite ingenti somme di denaro pubblico per finanziare progetti pubblici realizzati attraverso colossi del settore aerospaziale strettamente controllati dalla NASA. Questa situazione fu rinforzata dalla mentalità dell'epoca, di cui si fece promotore *in primis* il secondo Ammi-

²¹¹ Ibidem.

nistratore dalla nascita della NASA, James E. Webb, il cui mandato durò dal 1961 al 1968, il quale sosteneva che le politiche spaziali nazionali non potessero essere trasferite alle compagnie private, poiché si trattava del Governo che agiva nell'interesse pubblico e, in quanto tale, fosse l'unico in grado e in dovere di determinare cosa fare, quando farlo e con quanti soldi farlo²¹².

Tramite un modello prettamente centralizzato, gli Stati Uniti hanno ricoperto per decenni il ruolo di potenza leader in ambito spaziale e, in particolare, la NASA ha occupato il ruolo di pioniere tecnologico. Soprattutto, il successo delle missioni Apollo, inclusa quella dell'allunaggio del 1969, lasciava ben sperare per ciò che avrebbe riservato il futuro. Tuttavia, dopo l'ultima delle missioni Apollo nel 1972, la NASA, e conseguentemente il settore spaziale statunitense, hanno fatto fatica nel procedere con il "secondo atto". Uno dei principali motivi può essere rintracciato nel fatto che il programma Apollo fosse strettamente legato alla competizione con l'Unione Sovietica, dando quindi la sensazione che l'ingente budget messo a disposizione per quelle missioni avesse già servito il proprio scopo²¹³.

Il passo successivo che decise di compiere la NASA fu quello di dar vita allo *Space Transportation System*, conosciuto ai più come lo *Space Shuttle*, al quale venne applicato lo stesso approccio centralizzato, usato già negli anni '60. Purtroppo, i costi dello Shuttle si rivelarono ben più alti di quanto sperato (quasi due terzi del budget della NASA per voli umani e circa 220 milioni di dollari nel solo anno 2011²¹⁴). Dopo due tragici incidenti, con lo *Shuttle Challenger* nel 1986 e il Columbia nel 2003, si capì che era arrivato il momento di accantonare, per i sistemi di lancio e trasporto, sia il programma Shuttle sia il modello centralizzato adottato fino a quel momento.

Nel 2004, l'allora Presidente della Commissione per l'Implementazione della Politica di Esplorazione Spaziale degli Stati Uniti d'America²¹⁵, arrivò alla sconvolgente conclusione che: «il ruolo della NASA deve essere limitato alle aree in cui vi è indiscussa consapevolezza che solo un ente governativo può svolgere le attività in

²¹² Weinzierl M., Space, the Final Economic Frontier, in "Journal of Economic Perspectives", Vol. 32 n° 2, Spring 2018, p. 173.

²¹³ Ivi., p. 175.

²¹⁴ Hsu J., Total Cost of NASA's Space Shuttle Program: Nearly \$200 Billion, Space, 11 Aprile 2011.

²¹⁵ Executive Office of the President of USA, President's Commission on Implementation of United States Space Exploration Policy, Federal Register, 27 Gennaio 2004.

oggetto»²¹⁶. Fu così che il programma Shuttle venne cancellato nel 2011, lasciando gli Stati Uniti con l'imbarazzante posizione di non essere in grado di lanciare uomini in orbita dal suolo nazionale²¹⁷.

Le difficoltà incontrate, per 30 anni, dalla NASA durante la ricerca di un sostituto dello Shuttle hanno sfumato la concezione che l'Agenzia dovesse essere al comando. Ancor di più, quando lo Shuttle venne ritirato, si creò un vuoto che costrinse la NASA a volgere il proprio sguardo verso il settore commerciale. Il modello decentralizzato che nacque da questo nuovo approccio viene generalmente denominato e conosciuto come "*New Space*"²¹⁸.

Innanzitutto, è bene chiarire che la terminologia "*New Space*" non si limita ad identificare una nuova generazione di compagnie (anche perché tuttora vi sono grandi e note aziende, come Boeing, che svolgono ancora un ruolo primario) o un costante aumento delle *revenue* nel settore spaziale, ma un'idea completamente nuova di approccio all'argomento. Tramite l'approccio tradizionale e centralizzato, le compagnie private che collaboravano con la NASA erano ampiamente assicurate contro eventuali ingenti rischi negli investimenti nello spazio, grazie a dei contratti con commesse a margine garantito, anche detti "*cost plus*". Al contempo, però, avevano pochissime possibilità di partecipare al potenziale guadagno che derivava dal mercato commerciale delle attività spaziali. Cambiando approccio, declinandolo in un modello più decentralizzato e orientato all'ambito commerciale, le compagnie private condividono con la NASA gli enormi rischi, ma anche i potenziali ingenti ritorni sugli investimenti che il settore spaziale può offrire. Storicamente, circa l'85-90% del budget della NASA veniva investito in contraenti privati, principalmente con lo scopo di progettare e realizzare lanciatori e elementi orbitali, mentre la NASA controllava rigorosamente lo svolgimento delle attività e si occupava della gestione delle infrastrutture. Grazie al nuovo approccio, adottato a partire dalla chiusura del programma Shuttle, la NASA si rivolge sempre più spesso ai privati anche per le fasi strettamente legate alla gestione. In questo modo, gli strenui sostenitori di questo radicale cambiamento di paradigma ritengono che la NASA possa focalizzare le proprie risorse ed attenzioni su missioni che possano spingere oltre le frontiere della scienza e dell'esplorazione, ma soprattutto grazie alla collaborazione con compagnie private, quali SpaceX e Orbital

²¹⁶ Ibidem.

²¹⁷ Weinzierl M., *Space, the Final Economic Frontier*, op. cit., p. 176.

²¹⁸ Ivi., p. 177.

Sciences, l'Agenzia potrà beneficiare di accesso regolare all'orbita bassa terrestre a prezzi competitivi.²¹⁹

La *Tabella 28 seguente* offre una sintesi del cambiamento registrato all'interno della NASA per quanto riguarda l'approccio ai propri programmi e, in generale alle attività spaziali, riuscendo a mettere facilmente a confronto in quanti e quali modi l'approccio tradizionale differisce dal neonato approccio orientato al settore commerciale. Alcune delle caratteristiche registrate all'interno della tabella saranno oggetto di ulteriore analisi nel corso della presente trattazione.

Caratteristiche programma	Approccio tradizionale	Approccio commerciale
Proprietario	NASA	Industria
Tipo di contratto	«Cost Plus» (commesse a margine garantito)	«Fixed Price» (contratto a prezzo fisso)
Gestione del contratto	NASA con ruolo di capocommessa	Accordo pubblico-privato
Cliente	NASA	Enti governativi e non-governativi
Finanziamento per dimostrazione di capacità	NASA fornisce la capacità	NASA procura investimenti tramite pagamenti per obiettivi intermedi
Ruolo della NASA nello sviluppo delle capacità	NASA stabilisce “cosa” e “come”	NASA stabilisce solo “cosa”, l'Industria definisce il “come”
Definizione dei requisiti	NASA definisce requisiti dettagliati	NASA stabilisce solo le competenze di alto livello necessarie
Struttura dei costi	NASA si fa carico del costo totale	NASA e Industria condividono i costi

Tabella 1: Ruolo governativo nelle attività spaziali commerciali: il cambiamento in NASA

²¹⁹ Chatzky A., Markovich S. J., Siripurapu A., Space Exploration and U.S. Competitiveness, Renewing America, Council on Foreign Relations, 10 Giugno 2020.

Nel prossimo paragrafo verrà analizzata nel dettaglio la nascita della collaborazione tra la NASA e le industrie del settore aerospaziale statunitensi, tramite l'adozione di Politiche Nazionali che fanno riferimento sia all'Amministrazione Bush sia a quella seguente di Obama, nonché alla creazione del *Commercial Orbital Transportation Services (COTS)*, dal quale sono scaturiti poi tutti gli altri programmi che hanno visto la partecipazione sempre crescente di enti privati nello sviluppo di competenze e servizi fino a quel momento appannaggio esclusivo del governo americano.

3.4.3. *Commercial Orbital Transportation Services (COTS) e Commercial Crew program (CCP).*- L'opportunità di sperimentare, in modo pratico ed effettivo, quanto il nuovo approccio, orientato alla competizione commerciale, potesse rivelarsi idoneo al progresso nel settore spaziale e allo sviluppo di tecnologie sempre più avanzate a costi più contenuti, arrivò quando l'amministrazione Bush decise di cancellare il programma *Space Shuttle* nel 2004. Nonostante l'interruzione dello Shuttle, la NASA continuava ad aver bisogno di inviare rifornimenti verso la Stazione Spaziale Internazionale. L'Agenzia aspirava alla creazione di qualcosa di più economico, in modo da poter concentrare parte degli investimenti in progetti più ambiziosi, come le missioni relative all'esplorazione dello spazio profondo, gestite sempre in modo tradizionale. Nacque così un nuovo modello con cui fare *business* nello spazio che si tradusse nel programma *Commercial Orbital Transportation Services (COTS)*.²²⁰ In questo modo, la NASA sarebbe diventata un investitore e non più un supervisore. L'Agenzia avrebbe richiesto alle compagnie di che tipo di razzo o veicolo spaziale necessitava e ne avrebbe finanziato la realizzazione. Dopodiché, sarebbero state le imprese coinvolte ad essere pienamente responsabili del progetto e della costruzione di tali veicoli.

Nel 2004, l'Amministrazione Bush emanò una *U.S. Space Exploration Policy* nella quale venne deciso il ritiro, entro la fine del 2010, del programma *Space Shuttle*, al termine dell'assemblaggio della Stazione Spaziale Internazionale. Nel 2005, l'Amministratore della NASA di quel periodo, Michael Griffin, propose all'industria privata americana di sviluppare sistemi per il trasporto di *cargo*, e successivamente umani, che potessero soddisfare i requisiti necessari

²²⁰ Grush L., How the SpaceX Crew Dragon Mission Could Shape the Future of Commercial Space, The Verge, 21 Maggio 2020.

per essere operati in orbita bassa terrestre, dando così vita al *COTS*. Nello stesso anno, il Congresso decise di finanziare con 500 milioni di dollari il programma COTS, una somma che rappresentava meno dell'1% del budget quinquennale della NASA e che, durante l'Amministrazione Obama, vide un forte aumento traducendosi in 500 milioni di dollari l'anno, e non più totali²²¹.

L'intento era appunto quello di "sfidare" l'industria privata nello sviluppo di competenze e servizi che fossero in grado di dare l'avvio a nuovi mercati nel settore spaziale, senza dimenticare le esigenze e i requisiti logistici per il trasporto da e per la Stazione Spaziale Internazionale. Secondo l'allora Amministratore della NASA, Michael Griffin, l'obiettivo dell'Agenzia era quello di dar vita ad un nuovo ramo industriale e commerciale spaziale, nella speranza che il COTS potesse diminuire il prezzo dei cargo, ed eventualmente del trasporto umano, permettendo di definire e scoprire nuove opportunità nella bassa orbita terrestre. Come già accennato in precedenza, il fattore realmente innovativo è stato quello dell'approccio completamente diverso nella fase contrattuale, essendo passati da contratti *cost plus* a contratti con *fixed price*²²². Questo profondo cambiamento di paradigma e di approccio al rischio ha permesso alla NASA di rivolgersi alle compagnie private, riducendo il bisogno di controllare in modo sistematico ed intenso lo sviluppo di determinati sistemi, ma continuando, al contempo, a stimolare l'innovazione tecnologica e industriale²²³.

Le imprese nate sotto l'egida della cosiddetta *New Space* hanno accolto favorevolmente il nuovo approccio proposto dalla NASA, dal momento che i propri investitori sono ben disposti e propensi a correre dei rischi; fanno di innovazione ed efficienza i loro vantaggi chiave nella competizione con attori industriali già affermati e, inoltre, ritengono che l'iniziale atteggiamento dell'Agenzia di intensa gestione fosse fin troppo dispendiosa ed invasiva. Attualmente, le compagnie dispongono di ampi margini di azione nonché di responsabilità nella fase di progettazione e produzione dei sistemi, in base a ciò che esse stesse ritengono più conveniente ed opportuno, ricorrendo alla NASA solo per suggerimenti e non più per sorveglianza. Inoltre, la differenza più importante è costituita dal fatto che, tramite il COTS, sono le compagnie private a rimanere in possesso della proprietà intellettuale

²²¹ Seedhouse E., *SpaceX Making Commercial Spaceflight a Reality*, Praxis Publishing, Chichester, UK, 2013, p. 17.

²²² Weinzierl M., *Space, the Final Economic Frontier*, op. cit., p. 180.

²²³ Ibidem.

derivante dai prodotti sviluppati per questo programma, mentre secondo l'approccio tradizionale e tramite i precedenti tipi di contratti, sarebbe stato il solo Governo a detenere automaticamente la proprietà intellettuale sia perché ne sarebbe stato l'unico detentore finanziatore sia perché il prodotto sarebbe stato il frutto di un progetto o di una richiesta specifica della NASA, non del mercato in senso ampio. Il punto di svolta del *Commercial Orbital Transportation Services* può essere rintracciato nella possibilità, da parte dell'Agenzia, di fare uso di capitali privati per l'acquisizione dei servizi necessari a prezzi più convenienti²²⁴.

Solitamente la NASA avrebbe dovuto fornire una lista dettagliata dei requisiti necessari all'ottenimento di un contratto per la fornitura di determinati sistemi. Tramite il COTS, invece, l'Agenzia si limita a identificare solo alcuni dei più importanti requisiti necessari per dimostrare le proprie competenze in ambito di trasporto di *cargo* e di esseri umani in *low-Earth orbit (LEO)*. In base all'impianto del programma, le imprese che si propongono possono scegliere su quali dei suddetti requisiti puntare per dimostrare le proprie capacità, specializzandosi quindi sugli aspetti che più rispecchiano il *core business* delle proprie aziende. Questo fa sì che gli attori industriali possano fare innovazione continuando a focalizzarsi sulle competenze che si adattano meglio ai propri *business plan* e proiezioni sul mercato²²⁵.

Nel bando del programma COTS, NASA richiede ai propri *partner* commerciali di condividere i costi sia di sviluppo dei sistemi sia di dimostrazione delle capacità. La *ratio* è quella di contenere i costi che avrebbe dovuto sostenere l'Agenzia e dare alle compagnie incentivi per la progettazione, costruzione e dimostrazioni di determinati sistemi in modo tempestivo. Questo sistema ha permesso una ripartizione dei costi e dei rischi adeguata ad un partenariato tra NASA e settore industriale funzionale a sostenere entrambe le parti²²⁶.

I contratti che derivano dal programma COTS sono proprio i già citati *Space Act Agreement (SAA)* e, come già accennato in precedenza, alcune delle loro caratteristiche principali fanno riferimento al nuovo approccio adottato, che sostituisce quello tradizionale definito "*cost plus*", secondo cui le compagnie venivano rimborsate sia del costo del progetto sia di una somma aggiuntiva che gli potesse garantire un profitto. Tramite i SAAs, invece, la NASA è tenuta a pa-

²²⁴ Weinzierl M., *Space, the Final Economic Frontier*, op. cit., p. 181.

²²⁵ <https://www.nasa.gov/commercial-orbital-transportation-services-cots>

²²⁶ Ibidem.

gare gli incrementi, rispetto al prezzo fisso già stabilito, solo dopo che l'impresa selezionata abbia raggiunto i traguardi precedentemente concordati. In sintesi, le aziende vengono pagate solo per ciò che riescono effettivamente ad ottenere. Inoltre, un elemento già ampiamente analizzato e che rappresenta uno dei fattori rivoluzionari più importanti di questo nuovo modello contrattuale è rappresentato dal fatto che la proprietà intellettuale del sistema prodotto resta in mano alle compagnie private e non più alla NASA. Per questo motivo, dopo la stipula di un SAA, l'Agenzia non comunica più alle imprese se stanno sbagliando o facendo bene, piuttosto lascia che siano loro a progettare e costruire interamente il veicolo. Nulla vieta a queste ultime di chiedere suggerimenti alla NASA, cosa che fanno spesso, ma in fin dei conti le imprese non costruiscono sulla base di progetti, requisiti e specifiche prestabiliti. Nella maggior parte dei casi, vengono lasciate in condizione di stabilire in modo autonomo il modo migliore per raggiungere l'obiettivo concordato che possa permettergli di ottenere il pagamento. Questo rappresenta un punto di svolta fondamentale per la drastica riduzione dei costi, anche interni, da parte della NASA²²⁷.

Fin dall'abbandono dello Shuttle, la NASA ha fatto ricorso con sempre maggior frequenza agli *Space Act Agreements* per stimolare lo sviluppo di veicoli, con o senza uomini a bordo, con l'intento di trovare un metodo nazionale di inviare cargo e *crew* sulla Stazione Spaziale Internazionale²²⁸.

Nel lungo periodo, l'Agenzia spera che gli investimenti fatti per l'innovazione e le infrastrutture possa favorire un mercato competitivo longevo e in grado di contenere i costi per future missioni sia in LEO sia nello spazio profondo. L'elemento fondamentale dei SAAs è che aiutano effettivamente a contenere le spese, dal momento che in caso di superamento del budget, le spese extra vengono sopportate dalle imprese private e non dai contribuenti. Ciò costituisce un dettaglio incredibilmente importante per un ente, la NASA, che deve tener conto della spesa pubblica e motivare il proprio budget davanti al Governo. Inoltre, può sempre appellarsi al fatto che questi accordi di partenariato sono un tentativo di stimolare l'innovazione e l'industria commerciale nel settore spaziale nazionale²²⁹.

²²⁷ Seedhouse E., *SpaceX Making Commercial Spaceflight a Reality*, op. cit., p. 18.

²²⁸ Ivi, p. 19.

²²⁹ Seedhouse E., *SpaceX Making Commercial Spaceflight a Reality*, op. cit., p. 19.

A dimostrazione di quanto il Governo americano e la NASA stessa avessero intenzione di continuare a operare secondo il nuovo e ambizioso metodo orientato al settore commerciale, nel Giugno 2010, l'Amministrazione Obama emise una *National Space Policy Directive* con l'intento di fornire una guida completa relativa a tutte le attività spaziali governative, incluse quelle a scopo commerciale, civile e di sicurezza nazionale²³⁰. L'*incipit* contenente i principi della politica adottata affermava che l'obiettivo degli Stati Uniti era quello di: «incoraggiare e facilitare la crescita di un settore spaziale commerciale statunitense, in grado di supportare i bisogni e le esigenze degli Stati Uniti e che si riveli competitivo anche a livello internazionale affinché la leadership statunitense possa progredire e guidare la nascita e lo sviluppo di nuovi mercati e di imprenditoria basata sull'innovazione»²³¹. Nel corso del testo viene esposta una serie di *guideline* in cui si fa spesso riferimento al termine "spazio commerciale", definendo con ciò i beni, servizi o attività fornite dalle imprese del settore privato che si fanno carico di una parte consistente dei rischi di investimento e della responsabilità per tali attività, svolte secondo le tipiche sovvenzioni basate sul mercato per controllare i costi e ottimizzare i ritorni sugli investimenti e, infine, che abbiano la capacità giuridica di offrire questi beni e servizi a clienti non-governativi esistenti o potenziali.

Una delle derivazioni più importanti e interessanti del COTS è sicuramente il *Commercial Crew Program (CCP)*, nato anch'esso in risposta alla soppressione del programma *Shuttle* e al costante bisogno di disporre di un modo per raggiungere la Stazione Spaziale Internazionale, in questo caso attraverso missioni con equipaggio. Fin dal 2011, infatti, la NASA ha dovuto servirsi esclusivamente della capsula russa *Soyuz* per permettere ai propri astronauti di raggiungere la stazione orbitante. La creazione del CCP ha rappresentato, dunque, una risposta drastica al crescente aumento del costo per passeggero della *Soyuz* e all'esigenza di convertire tali sforzi economici in un progetto che coinvolgesse il settore industriale statunitense e che rinvigorisse la competizione nazionale. Ancora una volta è possibile notare quanto tutto scaturisca a partire dalla competizione e come sia possibile delineare due importanti sfumature dello stesso termine. Da un lato, la competizione pura intesa come una sorta di scontro tra le parti, ovvero quella tra USA e Russia. Gli Stati Uniti non ritenevano più ac-

²³⁰ National Space Policy of the United States of America, Office of Space Commerce, 28 Giugno 2010.

²³¹ Ibidem.

cettabile finanziare il settore spaziale russo, attraverso il pagamento per il trasporto degli astronauti americani a bordo di un veicolo russo. Dall'altro, la competizione come è stata intesa nel corso di questa analisi, ovvero come stimolo alla creazione di un mercato dinamico, concorrenziale e che spinga all'ottimizzazione della produzione di determinati sistemi, sfruttando metodologie innovative e funzionali. Soprattutto, permettendo a grandi e navigate imprese del settore di competere a pari livello con piccole e medie imprese, con start-up e, in generale, realtà di recente nascita che possano apportare nel mercato spaziale nazionale nuove prospettive, nuovi modi di produzione, progettazione e pianificazione, con l'intento di farne trarre beneficio da parte di tutto il comparto aerospaziale nazionale. È possibile affermare che la competizione interna nazionale sia il punto di svolta per poter padroneggiare anche la competizione esterna a livello internazionale.

Inoltre, risulta importante sottolineare e tenere a mente, quanto la competizione sia da sempre il modo in cui si selezionano le missioni scientifiche ed è, in generale il modo di operare abituale per il progresso della conoscenza²³².

Il programma *Commercial Crew*, così come il COTS, tenta di sfidare il paradigma adottato finora nel dominio spazio, partendo dal presupposto che inviare esseri umani in orbita bassa terrestre non risulta essere più un'attività particolarmente complessa e difficile. Dunque, le sfide da affrontare sono abbastanza ben comprese dalle società private, le quali sono ora disposte a rischiare il proprio denaro per tale intento, a patto che la NASA dia il giusto supporto finanziario e altri tipi di incentivi²³³. Nel caso specifico del *Commercial Crew Program*, NASA ha messo a disposizione miliardi di dollari per lo sviluppo di veicoli spaziali in grado di supportare missioni con equipaggio e ha predisposto ulteriori miliardi per futuri contratti al fine di spedire astronauti a bordo dei veicoli in questione verso la Stazione Spaziale Internazionale. Come per il programma COTS, anche in questo caso la proprietà intellettuale rimane in capo alle compagnie, le quali possono servirsene per generare ulteriori profitti e dare l'avvio a potenziali nuovi mercati.

I contributi finanziari della NASA sono stabiliti e versati, come sempre nei contratti Fixed Price, solo a seguito del completamento di predeterminate, e verificabili, *milestone*. Inoltre, come già appurato in

²³² Flamini, 2020.

²³³ Your Guide to Commercial Crew, The Planetary Society. (<https://www.planetary.org/explore/space-topics/space-missions/commercial-crew.html>)

precedenza, questo nuovo criterio nella gestione delle attività spaziali sembra aver riscosso un gran successo fin dai suoi albori. Infatti, nel 2014, tramite il *Commercial Crew Program*, l’Agenzia ha selezionato due compagnie private con l’obiettivo di inviare astronauti sulla ISS: SpaceX e Boeing. La presenza contemporanea di due compagnie ha favorito ed accresciuto la competizione, aiutando nel mantenimento di costi bassi e procurando ridondanza, aumentando anche le probabilità che almeno uno dei due veicoli avrebbe permesso alla NASA di avere nuovamente accesso alla Stazione Spaziale Internazionale.

Nonostante l’obiettivo iniziale della NASA fosse quello di far volare la prima capsula commerciale entro il 2015, i fondi insufficienti versati dal Congresso in un primo momento per questo programma hanno portato ad un ritardo nello sviluppo dei veicoli, che si è protratto fino al 2017. Inoltre, alcuni problemi tecnici registrati sia da SpaceX sia da Boeing hanno spinto il lancio di equipaggio al 2020 per SpaceX e 2021 per Boeing²³⁴.

Il *Commercial Crew Program* risulta essere il progetto di sviluppo di veicoli spaziali umani meno costoso mai condotto dalla NASA in quasi 60 anni. A questo punto, veniamo dunque ad un breve esame delle spese effettivamente sostenute dalla NASA per il CCP.

Stando ai dati forniti dalla NASA, l’agenzia spaziale ha speso 6.2 miliardi di dollari (6.7 miliardi rettificati relativamente all’inflazione del dollaro nel 2019) per il *Commercial Crew Program* dal 2011. La somma investita finora ha portato allo sviluppo di ben due veicoli spaziali in grado di trasportare equipaggio: la capsula Crew Dragon di SpaceX e la Starliner di Boeing.

Nella storia della NASA, l’unico progetto riguardante un veicolo spaziale adibito al trasporto di umani ad aver necessitato di una somma di denaro per il suo sviluppo, paragonabile a quella spesa per il CCP, è stato il programma *Mercury* tra il 1959 e il 1961²³⁵.

Nella seguente *Tabella (Fig. 29)* è possibile osservare i costi di sviluppo di alcuni programmi per l’invio di equipaggio in orbita. Le cifre esposte sono state rimodulate stando agli indici di inflazione forniti dal *New Start Index* della NASA²³⁶. Ad un primo sguardo, è già possibile affermare che, qualora Crew Dragon e Starliner svolgeranno il loro lavoro come previsto, potrebbero facilmente dimostrare quanto

²³⁴ Ibidem.

²³⁵ Dreier C., *NASA’s Commercial Crew Program is a Fantastic Deal*, The Planetary Society, 19 Maggio 2020.

²³⁶ <https://www.nasa.gov/offices/ocfo/sid/publications>.

i programmi commerciali sviluppati in questi anni siano definibili come alcuni degli affari migliori mai conclusi nella storia della NASA.

Programma spaziale	Costo di sviluppo per NASA
Mercury	\$ 2.7 miliardi
Gemini	\$ 11.9 miliardi
Apollo	\$ 175 miliardi
Shuttle	\$ 50.1 miliardi
<i>Commercial Cargo & Crew</i>	<i>\$ 7.6 miliardi</i>
Orion	\$ 23.7 miliardi

Tabella 2: Costi di sviluppo per veicoli spaziali con equipaggio supportati dalla NASA (corretti con indici di inflazione del dollaro relativi al 2019)

Il metodo del partenariato tra pubblico e privato per lo sviluppo di veicoli spaziali, all'epoca della sua istituzione, rappresentava un rischio per la NASA. Infatti, quando venne proposto nel 2010, compagnie come SpaceX avevano appena iniziato a dimostrare le proprie capacità. Proprio per questo motivo, l'intenzione di partenza dell'Agenzia non era quella di cimentarsi in qualcosa di così complesso come poteva essere il volo spaziale umano. Tuttavia, la NASA stessa era consapevole che vi fosse un gran bisogno di cambiare approccio, dal momento che tutti gli sforzi precedenti nello sviluppo di tali veicoli si erano rivelati fin troppo dispendiosi. Dar vita a questo tipo di *partnership* ha senz'altro incentivato la riduzione dei costi di sviluppo e la creazione di un nuovo mercato per l'accesso umano alla bassa orbita terrestre. Questo mercato non si è ancora pienamente sviluppato, ma le *Public-Private Partnership* (PPP) hanno sicuramente rivelato fin da subito un drastico ridimensionamento degli sforzi economici necessari. Nonostante i dati presentati nella precedente *Tabella (tab.29)* siano indubbiamente sorprendenti, bisogna tenere in conto che fare paragoni diretti tra vari progetti della NASA riguardanti spedizioni umane possa portare a delle interpretazioni erronee di fondo. Innanzitutto, la missione Apollo aveva come obiettivo il raggiungimento della Lu-

na, non della sola orbita bassa terrestre. Lo Space Shuttle, dal canto suo, fu il primo esperimento in materia di riutilizzo di alcuni componenti ed era in grado di sopportare un'incredibile quantità di cargo e poteva trasportare ben 7 persone nello Spazio. Orion è stata progettata per missioni nello spazio profondo per cui sono necessarie settimane intere di viaggio. Infine, Mercury e Gemini si configurano come le comparazioni più idonee, ma si tratta di missioni sperimentali e transitorie, sviluppate agli albori del volo umano²³⁷. Ciò nonostante, il programma *Commercial Crew* dovrebbe effettivamente rivelarsi più conveniente di alcuni programmi della NASA proprio perché lo scopo che si prefigge è relativamente più modesto: fornire un servizio regolare di trasporto da e per la Stazione Spaziale Internazionale. L'idea stessa di trasferire la responsabilità per questo tipo di competenze ad entità commerciali si basa sulla consapevolezza che queste capacità non sono più sperimentali. Il risultato *low-cost* non è sorprendente, ciò che sorprende davvero è il grado di risparmio effettivo registrato.

3.4.4. *Il motore della competizione.*- La metodologia di partenariato tra pubblico e privato, adottato dalla NASA, ha stimolato attività e innovazione all'interno del comparto spaziale, al punto che è plausibile immaginare che si assisterà ad un costante ampliamento della cosiddetta *space economy*. A titolo di esempio, una delle più importanti conseguenze di questo nuovo approccio al dominio spazio, ha portato alla diffusione di attività di lancio commerciale e privata, non correlata ai satelliti, che include una spinta verso il "riutilizzo", ovvero la possibilità di impiegare componenti dei veicoli per più volte. Il pioniere nello sviluppo ed implementazione di questa tecnologia è, senza ombra di dubbio, Elon Musk, fondatore di SpaceX, il quale ritiene che si tratti di un punto di svolta fondamentale per rivoluzionare davvero l'accesso allo spazio. Inoltre, Musk ha spesso chiarito quanto il successo della sua compagnia sia stato il frutto della partecipazione a questi accordi tra pubblico e privato, affermando che SpaceX non avrebbe mai raggiunto i propri traguardi senza l'aiuto e il supporto, non solo economico, della NASA²³⁸.

Avere la possibilità di attingere alle competenze della NASA ha dato i suoi frutti per SpaceX, come è possibile notare già sulla base del *design* della sua capsula *Crew Dragon*. La forma stessa della capsula

²³⁷ Dreier C., *NASA's Commercial Crew Program is a Fantastic Deal*, op. cit.

²³⁸ Weinzierl M., *Space, the Final Economic Frontier*, op. cit., p. 183.

deriva da quella della missione Apollo e, inoltre, fa uso di caratteristiche aerodinamiche di manovra in fase di rientro molto simili a quelle dell'Apollo. Anche lo scudo termico di Dragon è di derivazione dell'Apollo, ad eccezione del fatto che il modello impiegato da SpaceX è riutilizzabile, mentre quella dell'Apollo non lo era. Infine, anche il sistema di evacuazione della capsula trae spunti di ispirazione dall'eredità dell'Apollo, sebbene molto più avanzata e migliorata tecnologicamente. Poter accedere alla vasta esperienza accumulata dalla NASA, quindi, ha sicuramente permesso a SpaceX, non solo di ottimizzare i tempi, ma anche, e soprattutto, di sviluppare determinati componenti in modo più economico.²³⁹

Lori Garver, vice amministratore della NASA durante la Presidenza Obama, ha affermato che ciò che ha impedito al settore aerospaziale di progredire nei suoi primi 50 anni di attività è stato il trasporto spaziale poiché risultava quasi impossibile contenere i costi. Garver sostiene che la forte cultura della NASA incentrata sulla sicurezza ha spinto l'Agenzia ad attenersi a protocolli e modi di fare ben specifici, che spesso hanno complicato la costruzione di veicoli e sistemi rendendoli più complessi di quanto fosse effettivamente necessario. Soprattutto, Garver ritiene che l'assenza di competizione registrata finora in questo settore sia stata il vero motivo per cui non ci sia mai stato il giusto incentivo che spingesse gli operatori verso un effettivo contenimento dei costi.²⁴⁰

Durante la fase di creazione ed implementazione di questi veicoli snelli e funzionali, il programma *Commercial Crew* ha raggiunto l'ulteriore obiettivo che si era posto, quello di creare competizione. Sia il programma inerente i cargo sia quello relativo alle missioni con uomini a bordo, hanno aiutato una compagnia privata di recente fondazione, quale è SpaceX, a diventare uno dei maggiori attori in un campo che è stato dominato per decenni dai soliti colossi del settore. Risulta fondamentale sottolineare, però, che è stato proprio il coinvolgimento dei suddetti giganti aerospaziali, al fianco di compagnie emergenti, a mantenere un clima fortemente competitivo che garantisse il mantenimento di costi di gran lunga più bassi e convenienti rispetto agli standard precedenti. È lecito ipotizzare che se SpaceX fosse stata l'unica compagnia incaricata di tale compito, in assenza di spinta competitiva, avrebbe raggiunto ugualmente il proprio obiettivo, ma a

²³⁹ Seedhouse E., *SpaceX Making Commercial Spaceflight a Reality*, op. cit., p. 155.

²⁴⁰ Grush L., *How the SpaceX Crew Dragon Mission Could Shape the Future of Commercial Space*, op. cit.

un prezzo molto meno concorrenziale di quanto sia stato effettivamente. Questa considerazione evidenzia, ancora una volta, quanto la competizione sia stato il vero fattore discriminante verso il repentino e progressivo avanzamento in ambito spaziale nell'industria statunitense.

Un ultimo importante fattore da considerare e tenere in conto nel corso di questa analisi riguarda sicuramente la capacità di gestione del rischio molto differente tra pubblico e privato. Negli sviluppi tecnologici alla base delle realizzazioni, qualsiasi fallimento, che porta un'agenzia governativa sotto inchiesta, può essere interpretato e inteso tranquillamente come un puro problema tecnico da parte delle compagnie private. Un altro fondamentale aspetto fa riferimento alla struttura organizzativa stessa che, nel caso di commesse pubbliche prevede un capo-commessa e dei sotto-contraenti, obbligati dalla necessità di far arrivare fondi pubblici a più soggetti legati da accordi interni. Conseguentemente, la gestione di contratti di subfornitura ed il loro controllo, e, soprattutto, la gestione dei problemi e dei cambi diventa una questione lunga e complessa, che alla fine incide su costi e tempi di realizzazione. Nel caso di SpaceX, la progettazione e realizzazione di tutte le parti è fatta "in casa", quindi in caso di problemi la risoluzione è diretta e veloce, con un importante abbassamento dei costi²⁴¹.

Il partenariato tra pubblico e privato si rivelerà un modello incoraggiante per l'ulteriore commercializzazione del dominio spazio o sarà necessaria una separazione più chiara e delineata tra i due settori affinché si rivelino più efficaci? In che modo la struttura industriale del commercio spaziale deve essere influenzata dalla sfera pubblica, inclusa la NASA? La decentralizzazione delle attività commerciali nello spazio indebolirà o aumenterà il supporto della NASA e dei beni pubblici che essa produce?²⁴²

Uno dei primissimi obiettivi dell'Agenzia è sempre stato quello di mantenere la concorrenza tra i suoi appaltatori e evitare la monopolizzazione di determinate competenze. I recenti tentativi, da parte della NASA, di coordinare la commercializzazione delle attività spaziali hanno dato vita ad alcuni importanti successi. Primo fra tutti, i risultati ottenuti a seguito dell'istituzione del *Commercial Orbital Transportation Services* e i relativi programmi che ne sono scaturiti, poiché, non

²⁴¹ Flamini, 2020.

²⁴² Weinzierl M., *Space, the Final Economic Frontier*, op. cit., p. 183.

solo hanno sovvenzionato lo sviluppo di veicoli adibiti al trasporto di cargo e equipaggi, ma hanno anche tenuto in vita una struttura di mercato fortemente competitiva, tramite una serie diversificata di contratti di aggiudicazione²⁴³.

Nei prossimi anni sarà interessante notare come il “modello americano” evolverà, ovvero come la NASA intenderà bilanciare i propri obiettivi relativi al ruolo di guida nella ricerca scientifica, alla sicurezza nazionale e allo sviluppo di innovazioni che abbiano un impatto benefico anche sul comparto commerciale/industriale. Bisognerà definire il ruolo dei privati in questo ambito e quello della NASA, in qualità di mezzo attraverso cui favorire e gestire la cooperazione e la competizione sia a livello nazionale che internazionale. Sarà infine opportuno anche capire se il modello americano potrà essere esportato anche in Europa dove, oggi, la competizione industriale si è fortemente indebolita con la nascita di un grande polo industriale che sembra voler giocare il ruolo del monopolio.

²⁴³ Ivi, p. 185.

CAPITOLO 4

I CAPITALI

4.1. *Dalla Space Economy alla New Space Economy: l'evoluzione degli investimenti nel settore.*- Negli ultimi anni leggendo articoli di giornale o ascoltando interviste a esperti del settore, capita spesso di imbattersi in affermazioni del tipo: “*Per ogni euro (o dollaro) investito nello Spazio ne ritornano ... (solitamente tra 3 e 7)*”.

L'ambito nel quale tale affermazione viene fatta ci suggerisce quale possa essere il suo scopo. Se infatti l'investimento è di tipo privato (e.g. un lanciatore di SpaceX, di cui si parlerà approfonditamente più avanti), lo scopo può ad esempio essere quello di convincere gli investitori ad aumentare i finanziamenti, prospettando futuri utili. Se invece, ed è il caso più comune, l'investimento è di tipo pubblico (e.g. aumento del budget impegnato da un Paese europeo alla Ministeriale ESA), lo scopo il più delle volte è giustificare ai *taxpayer* il finanziamento o comunque dare una prima idea di quanto un settore, apparentemente lontano dall'uomo comune, in realtà condizioni la vita di tutti i giorni. Risultano quindi sempre più importanti analisi di settore che ci portino a comprendere come meglio indirizzare gli investimenti in tale campo. Ad esempio, prima di fare un finanziamento, bisogna porsi almeno due domande:

a) Come il beneficio del risultato è ragionevole rispetto all'ammontare delle risorse richieste. Ovviamente per rispondere a questa domanda bisogna essere in grado di quantificare il beneficio, in termini di ragionevolezza dello stesso (“è utile” andare su Marte?) soprattutto se confrontato con altri benefici di impatti più diretti, immediati e tangibili (non sarebbe meglio costruire ospedali/aiutare gente che non ha un lavoro?);

b) Se abbiamo più opzioni realizzative per un determinato obiettivo/programma, qual è la migliore? Anche in questo caso rispondere alla domanda non è così banale, in quanto a contribuire alla valutazione delle varie opzioni possono concorrere diversi fattori (ad esempio tempi realizzativi, aspetti strategici e geopolitici, considerazioni su aspetti di sicurezza, etc.).

È pertanto indispensabile, in molti casi, una analisi tecnico-economica, magari mediante un *Business Plan*, per decidere consapevolmente se intraprendere o meno un programma in un determinato contesto o per poter identificare tra le varie opzioni la migliore.

Tornando all'affermazione: "Per ogni euro (o dollaro) investito nello Spazio ne ritornano 'n'...", appare ora più chiaro come, qualunque sia il valore in discussione, esso è il risultato di una analisi che non può che contenere diversi limiti, perché diverse sono le assunzioni e le stime necessarie per giungere a tale risultato. Di seguito si comprenderà meglio questa precisazione. È comunque innegabile come siano oggi più evidenti, rispetto al passato, le ricadute dell'attività spaziale sulla vita di ogni cittadino. Basti pensare ai ricevitori GNSS (*Global Navigation Satellite System*, quali: GPS, GLONASS, Galileo, etc.) nei nostri cellulari o alla TV via satellite. A ciò si aggiungono altre ricadute meno tangibili, ma non meno utili. In questo ambito rientrano infatti tutte le tecnologie di derivazione spaziale, come ad esempio i sensori CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) presenti nelle nostre fotocamere o diversi materiali dei nostri abbigliamento termici. Completano l'elenco diverse attività di sicurezza, agricole, di monitoraggio del clima, di monitoraggio di edifici o frane o alluvioni, etc.

A quanto finora detto riguardo il cosiddetto trasferimento tecnologico, vanno aggiunte tutte quelle ricadute più prettamente scientifiche, ancor meno facilmente tangibili, i cui tempi di realizzazione sono più lunghi (a volte decenni) e che quindi risultano difficilmente quantificabili dal punto di vista economico.

È evidente come le attività possibili grazie all'uso di dati provenienti dallo spazio siano le più disparate ed in forte crescita. Anche per questo motivo è sempre più grande l'interesse di Stati e aziende riguardo l'economia che ruota attorno al mondo spaziale, la *Space Economy* per l'appunto.

In conclusione, è importante analizzare la trasformazione epocale dello spazio e dell'economia ad esso correlate, che da circa un decennio è in corso. Avremo modo di trattare questo aspetto diffusamente più avanti.

4.1.1. *La catena globale del valore.*- L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE)²⁴⁴ definisce la catena globale del valore come «l'intera gamma di attività svolte da una organizzazione per portare un prodotto sul mercato, dalla sua concezione all'uso finale. Tali attività spaziano dalla progettazione, produzione, marketing, logistica e distribuzione a supporto del cliente finale. Ad ogni passo: progettazione, produzione, marketing e distribuzione - il valore viene aggiunto in un modo o nell'altro. Spinto dall'off-shoring e dalla crescente interconnessione, le attività sono diventate sempre più frammentate in tutto il mondo e tra le organizzazioni».

Definita la catena globale del valore, per avere una definizione sufficientemente dettagliata della *Space Economy* possiamo far riferimento al *Piano Strategico Space Economy* - Quadro di posizionamento nazionale italiano, redatto nel 2016 dal Ministero dello Sviluppo Economico, ma tutt'oggi attuale. Esso la definisce come «la catena del valore che, partendo dalla ricerca, sviluppo e realizzazione delle infrastrutture spaziali abilitanti, cosiddetto "Upstream", arriva fino alla produzione di prodotti e servizi innovativi "abilitati", cosiddetto "Downstream" (servizi di monitoraggio ambientale, previsione meteo, etc.). La crescita del Downstream sarà prevalentemente dovuta alla diffusione di una notevole quantità e varietà di servizi a valore aggiunto con una forte connotazione territoriale, principalmente sviluppati e gestiti da PMI, con impiego di personale a qualificazione medio alta». Ciò che è chiaro da queste prime righe del Piano è che, tra le attività spaziali si possono distinguere due segmenti principali: quello *upstream* e quello *downstream*. Questi due ambiti, per quanto dipendenti l'uno dall'altro, operano attraverso logiche di *business* differenti.

Da una parte, per settore *upstream* (la parte "a monte" della catena del valore) si intende l'insieme di tutti quei beni la cui produzione è strettamente legata alla ricerca e sviluppo in campo aerospaziale (e.g. i razzi, i *rover* e i satelliti). Solitamente, l'*upstream* include lo

²⁴⁴ L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) o *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) è un'organizzazione internazionale di studi economici per i Paesi membri, che hanno in comune un'economia di mercato. L'organizzazione svolge prevalentemente un ruolo di assemblea consultiva che consente un'occasione di confronto delle esperienze politiche, per la risoluzione dei problemi comuni, l'identificazione di pratiche commerciali e il coordinamento delle politiche locali e internazionali dei Paesi membri.

sviluppo del *ground segment* (esclusa la sua utilizzazione) e la *Launch and Early Orbit Phase* (LEOP), fino al *commissioning*²⁴⁵.

Dall'altra, invece, il settore *downstream* ("a valle" della catena del valore), comprende tutti i servizi basati sulle infrastrutture spaziali e le attività economiche secondarie derivanti dall'utilizzo di dati satellitari. È interessante notare come, nonostante questo secondo settore sia più difficilmente associato all'economia dello spazio (i servizi satellitari spesso diventano talmente diffusi che l'utente medio tende a dimenticare quanto impattino sulle sue attività), esso frutti in realtà circa il 70-80% dei profitti totali del mercato.

4.1.1.1. *Upstream e downstream.*- In termini di clienti, lo *Space Manufacturing Segment (upstream)* risponde alla domanda degli operatori satellitari governativi e commerciali di veicoli spaziali, lanciatori e satelliti. A seconda del Paese, ci può essere una prevalenza di domanda istituzionale oppure commerciale. In genere, le attività di produzione spaziale sono più sviluppate in Paesi in cui sono forti clienti istituzionali (ad esempio Stati Uniti, Cina, Federazione Russa).

Gli altri clienti dei produttori di satelliti e lanciatori (ovvero gli operatori commerciali, che forniscono a terzi i servizi di telecomunicazione satellitare, di Osservazione della Terra e dati geospaziali in generale) svolgono un ruolo chiave nel rafforzare la concorrenza e l'innovazione nel settore. Esistono oltre 50 operatori internazionali di telecomunicazioni satellitari nel mondo, ad es. Eutelsat (FRA), Intelsat (LUX), Inmarsat (UK), Telenor (NOR), etc. Per l'Osservazione della Terra, sono generalmente coinvolti operatori satellitari più piccoli, sebbene alcuni di essi siano stati rilevati di recente da gruppi più grandi. Alcuni esempi di quelli che operano con costellazioni satellitari includono: Spot Image (FRA) di Airbus, DMC International Imaging Ltd (Regno Unito), DigitalGlobe (USA), ImageSat (ISR), E-Geos (I), TerraSAR-X (DEU), Planet Labs (USA).

Il *downstream*, difatti, comprende tutte le applicazioni e servizi possibili grazie alla disponibilità di dati satellitari.

Relativamente alla parte commerciale, predominante, possiamo identificare almeno tre segmenti:

- Primo segmento commerciale: operazioni spaziali per uso/servizi terrestri da parte di operatori satellitari che acquistano,

²⁴⁵ Si intende la fase di validazione in volo del satellite, che precede la consegna del sistema al committente e l'entrata in operazioni.

lanciano, possiedono e gestiscono satelliti e commercializzano le loro capacità ai fornitori di servizi. Le entrate provengono da:

- a. operatori di telecomunicazioni (TLC): servizi di telecomunicazione satellitare fissi e mobili, servizi di audio/video/radio-satellitari, servizi di banda larga via satellite;
- b. operatori di telerilevamento commerciali;
- c. operatori di navigazione: navigazione, localizzazione, servizi basati sulla posizione.

Gli operatori in questo primo segmento forniscono servizi ai clienti governativi e commerciali al di fuori del settore spaziale (ad esempio mediante opportuna larghezza di banda, immagini, ecc.). Trattandosi di fornitori, sono spinti ad una maggiore innovazione per rispondere alle esigenze del mercato a costi inferiori (e.g. sviluppo della banda larga via satellite);

- Secondo segmento commerciale: forniscono servizi di comunicazione, navigazione e informazione geografica agli utenti finali integrando il segnale (i.e. i dati satellitari) in soluzioni integrate;

- Terzo segmento commerciale: è lo "*space related segment*" ovvero quelle applicazioni spaziali, prodotti e servizi derivati dalla tecnologia spaziale, ma il cui funzionamento non dipende direttamente dallo spazio.

Senza scendere nel dettaglio e per completezza, si fa cenno qui anche al segmento cosiddetto di *midstream*, a volte presente in letteratura. Con questo segmento sempre più spesso vengono identificate tutte quelle attività intermedie tra l'acquisizione dati ed il loro utilizzo, come ad esempio le operazioni, la sicurezza, i centri di controllo satellite, etc. È comunque da evidenziare come si trovano spesso definizioni differenti di *up*, *down* e *midstream*.



Fig. 34: Upstream, midstream, downstream – Fonte: Telespazio

4.1.1.2. *Analisi del valore.*- Ogni analisi che mira a valutare i ritorni delle attività spaziali non può limitarsi agli effetti immediatamente tangibili, ma ne deve considerare diverse tipologie:

- Effetti Quantificabili, che possono essere diretti, ovvero interni all'industria del settore, oppure indiretti, ovvero in altri mercati/settori e indotti (e.g. se grazie al settore spaziale aumenta l'occupazione, i dipendenti spendono più negli acquisti).
- Effetti Non Quantificabili, che possono essere strategici, sociali o ambientali.
- Effetti Esterni: effetto che viene riflesso su un attore diverso.

Nella letteratura scientifica, sono presenti molte metodologie che mirano a valutare gli impatti economici e sociali degli investimenti pubblici. Alcune di queste metodologie sono di natura monetaria (e.g. analisi finanziaria, analisi *input-output*, analisi di efficacia dei costi, analisi costi-benefici, ritorno degli investimenti sociali), altre di natura non monetaria (e.g. valutazione dell'impatto, analisi multi-criterio). Diverse metodologie (e.g. analisi *input-output*) si concentrano sugli effetti settoriali. Un presupposto necessario nell'applicazione di queste metodologie è che si possa identificare un settore spaziale. Tuttavia, i dati statistici il più delle volte non aiutano in quanto non considerano opportunamente questo settore. In generale, infatti, vediamo che solitamente sono disponibili molte informazioni sui programmi spaziali stessi, ma molto meno sugli investimenti correlati e soprattutto sugli impatti degli investimenti sull'economia.

Inoltre, le relazioni *input-output* tra settori sono solitamente disponibili solo a livello aggregato. Ciò rende difficile misurare gli impatti diretti e indiretti dei programmi spaziali. In linea di principio, ci sono possibilità di estrarre attività spaziali specifiche da settori diversi e inserirle in un settore spaziale separato. Tuttavia, ciò richiede l'identificazione di criteri standard e ipotesi comuni sulla relazione tra le attività spaziali e altri settori.

Sono stati compiuti sforzi per ottenere dati migliori, ma sarebbe opportuno che gli uffici statistici, come Eurostat, compilino i dati socio-economici mostrando più esplicitamente il settore spaziale e le sue relazioni con altri settori economici.

4.1.1.3. *Alcuni risultati significativi.*- Nonostante le difficoltà nell'ottenere dati realistici, alcuni risultati sono stati nel tempo ottenuti e sono di seguito mostrati.

Un'analisi della *Space Foundation* ha stimato per il 2017 un valore di 383.51 miliardi di dollari per la *Space Economy* nel mondo, così suddivisa:

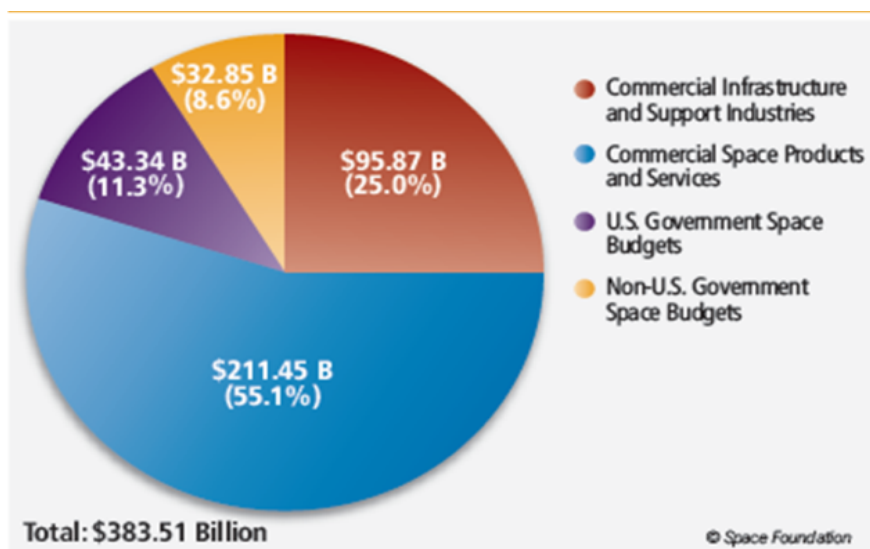


Fig. 35: Valore dell'attività spaziale globale per il 2017 (a sinistra) – Fonte: SPACE FOUNDATION

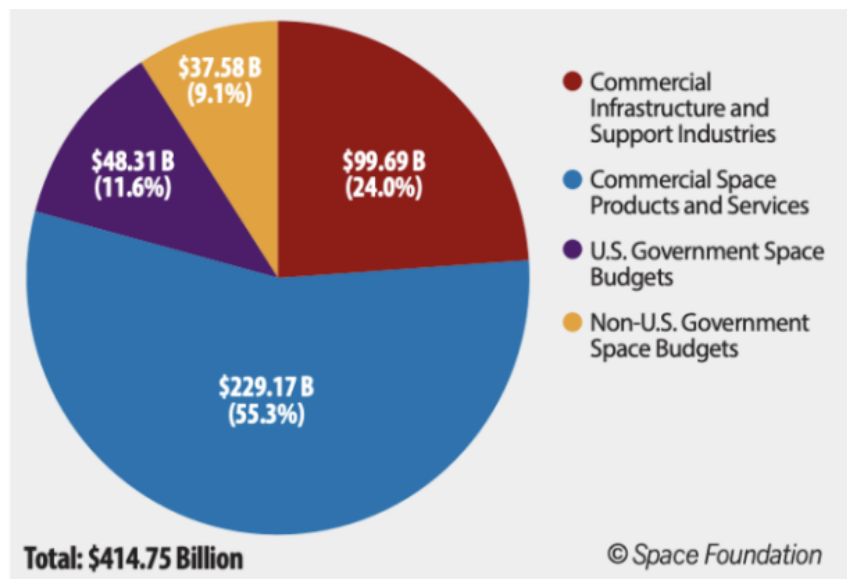


Fig. 36: Valore dell'attività spaziale globale per il 2018 (a destra) – Fonte: SPACE FOUNDATION

Per l'anno 2018, questo valore si stima sia salito al valore record di 414.75 miliardi di dollari.

Analizzando sempre i valori forniti da Space Foundation dal 2012 al 2018, è stato possibile ricavare un grafico relativo all'analisi del valore della *Global Space Activity* nel corso degli anni passati, aggregato per attore istituzionale e commerciale. È evidente come il valore e la tendenza siano notevolmente diversi.

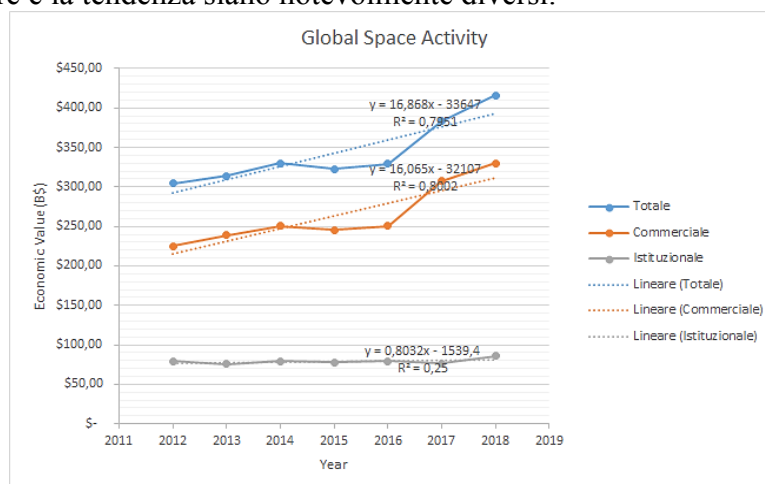


Fig. 37: Analisi del valore della Global Space Activity – Fonte: Euroconsult

Limitandosi all'*upstream*, secondo il rapporto Euroconsult Government Space Program 2019, i budget spaziali di tutti gli Stati hanno totalizzato il valore di 70,9 miliardi di dollari nel 2018, il 63% dei quali è stato speso in programmi civili, registrando un tasso di crescita quinquennale del 5,75%. La fluttuazione della spesa delle singole agenzie, sia all'interno degli Stati Uniti che a livello internazionale, riflette le priorità mutevoli relative ai progetti intrapresi o completati ed al clima politico che determina la destinazione dei fondi. Il minimo storico del 2015 è stato causato principalmente da un forte declino delle spese per la difesa degli Stati Uniti e da significative contrazioni del bilancio russo (la Russia ha visto il suo bilancio totale ridursi di quasi il 60% in dollari USA, -22% in rubli).

I programmi civili oggi stanno guidando la crescita della spesa spaziale nel mondo, raggiungendo 44,5 miliardi di dollari nel 2018, con un aumento del 4,3% rispetto al 2017.

I budget della difesa mondiale nel 2018 ammontavano a 26,4 miliardi di dollari, un aumento dell'8,3% rispetto al 2017, mentre continuano il loro recupero dal totale decennale del 2015 di 23,4 miliardi di dollari.

Più della metà della spesa pubblica globale del 2018 era negli Stati Uniti: il budget qui ammontava a 40,9 miliardi di dollari, il 58% del totale mondiale (in calo del 75% nei primi anni 2000). Il bilancio civile degli Stati Uniti è cresciuto ad un tasso annuale del 4%. Il budget per la difesa degli Stati Uniti rappresentava il 72% del totale mondiale nel 2018 (rispetto all'81% del decennio precedente).

Nel 2018, la Cina ha speso invece circa 5,8 miliardi di dollari. Relativamente ai programmi della difesa cinese, la spesa è in gran parte concentrata sui lanciatori e sui programmi di volo spaziale umano, con finanziamenti dedicati al lanciatore Long March 9, alla sua stazione spaziale e alla missione lunare.

La Russia è stata costretta invece a ridurre pesantemente la spesa negli ultimi cinque anni, dal massimo del 2013 di 9,75 miliardi di dollari ai 4,2 miliardi di dollari del 2018. Il suo piano strategico prevede un aumento della capacità di telecomunicazioni, un rifornimento dei suoi vecchi sistemi di osservazione della Terra, una flotta di lancio semplificata e la manutenzione del proprio sistema di navigazione GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System). Si prevede che il bilancio della Russia continui a diminuire nel breve termine, anche se è prevista una ripresa all'inizio dei primi anni del decennio 2020.

Passando all'Europa si vede che, aggregando la spesa nazionale, quella dell'European Space Agency (ESA) e quella Eumetsat (3,2 miliardi di dollari) relativi all'anno 2018 la Francia è il quarto operatore spaziale al mondo per dimensioni e attualmente supera la spesa nazionale degli altri Paesi europei.

Le spese spaziali del Giappone ammontano a 3,1 miliardi di dollari annui, ma il budget è diminuito rispetto al picco del 2012 (3,62 miliardi di dollari). Tuttavia, visto che i satelliti in orbita stanno invecchiando, sono attesi nuovi programmi e la conseguente crescita del budget nel futuro prossimo.

Anche le spese civili delle regioni dell'Asia e del Medio Oriente, considerate insieme, e dell'Africa, rispettivamente con 6,5% e 5,6% di crescita annuale, contribuiscono alla crescita mondiale nel 2018. Sempre più Paesi iniziano a investire in programmi spaziali militari, guidati dalla forte crescita asiatica, che ha triplicato le sue spese di difesa da 195 milioni di dollari nel 2008 a 626 milioni di dollari nel 2018.

È interessante notare come il numero dei Paesi che investono nello Spazio, molti dei quali lanciando propri satelliti, è in forte e costante ascesa, arrivando a toccare il numero di 88 nel 2018 (vedi figura seguente).

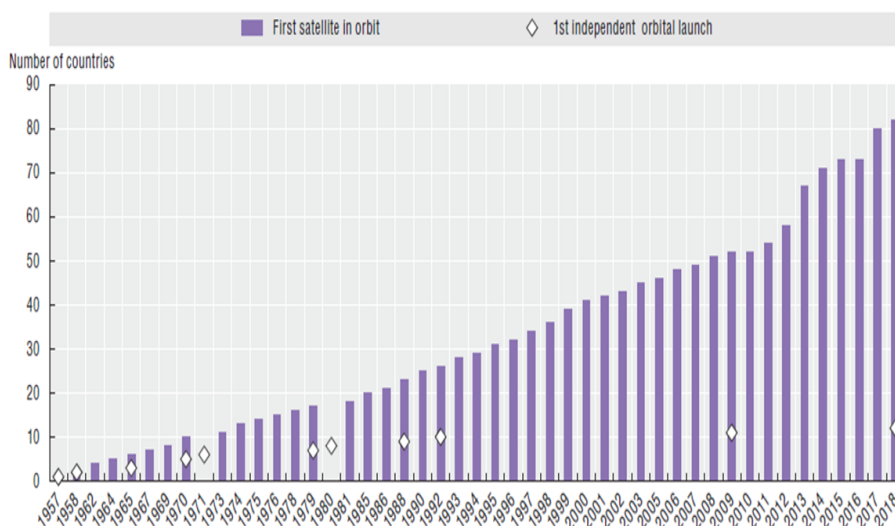


Fig. 38: Paesi con almeno un satellite in orbita – Fonte: SPACE FOUNDATION

Se poi si analizzano gli investimenti nel settore, nazione per nazione, si ottiene un risultato che possiamo riassumere nella seguente tabella, che pur limitandosi agli anni 2015-2017, fornisce un'idea significativa dei trend.

EXHIBIT 11. Government Space Budget Growth, 2015-2017

Country/Agency	Currency	2015 Funding	2016 Funding	2017 Funding	2016-2017 Change
United States	U.S. Dollar	\$44.59 B	\$44.44 B	\$43.34 B	-2.5%
Brazil	Real	R\$0.034 B	R\$0.160 B	R\$0.167 B	4.3%
Canada*	Canadian Dollar	C\$0.413 B	C\$0.388 B	C\$0.395 B	1.7%
European Space Agency (ESA)	Euro	€4.433 B	€5.250 B	€5.747 B	9.5%
France*	Euro	€1.289 B	€1.366 B	€1.50 B	9.9%
Germany*	Euro	€0.534 B	€0.648 B	€0.723 B	11.6%
India	Rupee	₹57.988 B	₹75.091 B	₹91.555 B	21.9%
Italy*	Euro	€0.486 B	€0.257 B	€0.369 B	43.4%
Japan	Yen	¥324.500 B	¥332.300 B	¥342.100 B	2.9%
Russia	Ruble	₽165.814 B	₽104.500 B	₽92.500 B	-11.5%
South Korea	Won	₩618.700 B	₩746.400 B	₩659.333 B	-11.7%
Spain*	Euro	€0.138 B	€0.137 B	€0.137 B	0.3%
United Kingdom*	Pound	£0.085 B	£0.066 B	£0.098 B	48.3%

*Excludes ESA spending

Figura 41: Government Space Budget - Fonte: Space Foundation

È comunque evidente come, negli ultimi anni, la competizione spaziale si sia spostata da un bipolarismo Stati Uniti d'America (USA) vs Unione delle Repubbliche Socialiste Sovietiche (URSS) a, quantomeno, una competizione a tre tra USA, Russia e Cina, con quest'ultima sempre più nel ruolo di principale competitore per gli americani. Stando ai dati disponibili, in alcuni casi il ruolo della potenza cinese non è ben evidente poiché le informazioni provenienti dalla Cina sono spesso incomplete o sottostimate.

Nella valutazione dei risultati bisogna sempre considerare che la spesa annuale è fortemente dipendente dalla fase di sviluppo nella quale si trovano i principali programmi nazionali. Nel caso dell'Italia, ad esempio, la spesa *upstream* negli anni in esame è molto polarizzata sui programmi di osservazione della Terra COSMO-SkyMed Second Generation e PRISMA, con due lanci effettuati nel 2019. Un'idea più precisa di quanto un Paese è interessato ad investire in un settore strategico, come quello spaziale, la si ottiene considerando la spesa

nell'*upstream* confrontata con il Prodotto Interno Lordo²⁴⁶ (PIL). Con riferimento al 2016, si nota come gli USA sono di gran lunga il Paese più avanti.

EXHIBIT 1p. Space Spending as a Percentage of Gross Domestic Product (GDP), Selected Countries

Country	2016 Space Spending	2016 GDP (current prices, national currency)	% GDP Spent on Space
United States	\$44.444 B	\$18.569 T	0.239%
Russia	₽104.500 B	₽85.881 T	0.122%
Japan	¥332.300 B	¥537.289 T	0.062%
France*	€2.120 B	€2.226 T	0.095%
India	₹75.091 B	₹151.905 T	0.049%
Germany*	€1.430 B	€3.133 T	0.046%
South Korea	₩746.400 B	₩1,637.421 T	0.046%
Canada*	C\$0.432 B	C\$2.027 T	0.021%
Italy*	€0.769 B	€1.672 T	0.046%
Brazil	R\$0.160 B	R\$6.267 T	0.003%
United Kingdom*	£0.371 B	£1.940 T	0.019%
Spain*	€0.137 B	€1.114 T	0.012%
Israel	₪0.300 B	₪1.223 T	0.025%
Average % GDP Spent on Space**			0.039%

*Includes ESA Contribution

**Excluding United States and Russia

Source: IMF World Economic Outlook Database April 2017 Edition; space spending sources as cited in this chapter

Fig. 39: Space Spending – Fonte: SPACE FOUNDATION

Passando al *downstream*, nella figura seguente vediamo come esso abbia registrato ricavi per 290 miliardi di dollari nel 2018, registrando una crescita annua media sui 5 anni del 7% a partire dal 2013.

I principali *driver* dei servizi commerciali rimangono la navigazione satellitare e le comunicazioni, che rappresentano, rispettivamente, il 50% e il 48% dei ricavi commerciali nel 2018, mentre i ricavi della catena del valore commerciale di *Earth Observation* (EO) rappresentavano il 2%.

²⁴⁶ Il Prodotto Interno Lordo è una grandezza macroeconomica che misura il valore aggregato, a prezzi di mercato, di tutti i beni e i servizi finali prodotti sul territorio di un Paese in un dato periodo temporale.

Mentre la quota EO è rimasta abbastanza stabile negli ultimi 5 anni, la navigazione satellitare ha superato per la prima volta le TLC nel 2018, passando da circa un terzo del totale dei ricavi commerciali nel 2013 a metà nel 2018.

COMMERCIAL SATELLITE REVENUES IN 2018

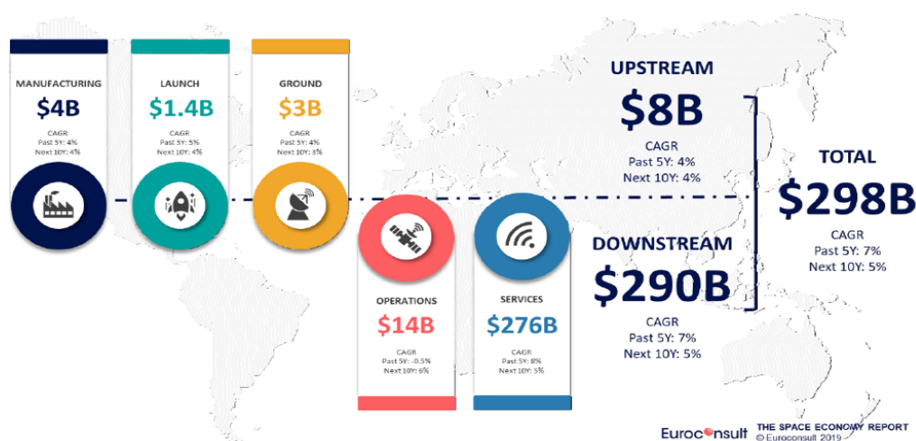


Fig. 40: Ricavi commerciali derivanti dall'attività spaziale nel 2018 – Fonte: THE SPACE ECONOMY REPORT

THE 3 COMMERCIAL SATELLITE VALUE CHAINS 15-YEAR EVOLUTION

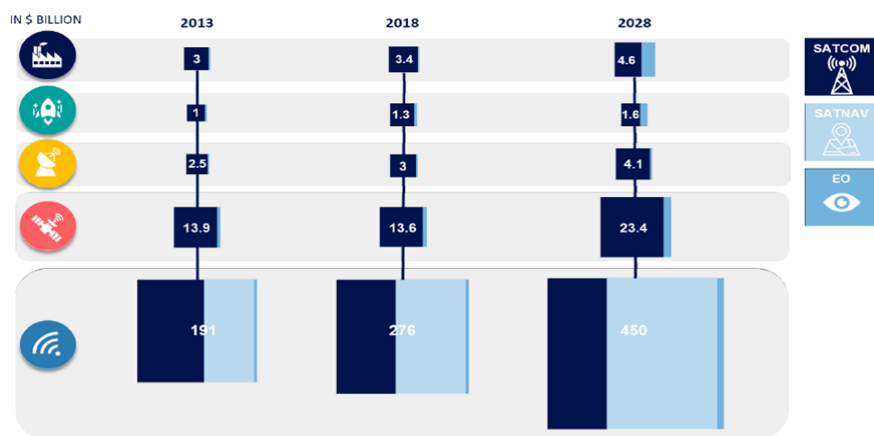


Fig. 41: Ricavi commerciali derivanti dall'attività spaziale - previsioni a 15 anni – Fonte: THE SPACE ECONOMY REPORT

Dalla figura qui sopra si evince chiaramente come il settore che domina la catena del valore è sempre più quello della Navigazione, a discapito delle comunicazioni satellitari che comunque continuano a ritagliarsi una fetta molto importante di mercato. E' però da notare come il settore dell'Osservazione della Terra, seppur con valore decisamente inferiore agli altri due, sta crescendo a ritmi molto sostenuti.

Nell'Osservazione della Terra, una fortissima spinta al settore *downstream* è stata data dal programma Copernicus della Commissione Europea (CE) che, grazie alla possibilità di fornire dati con una politica "*free and open*", ha permesso a diversi *stakeholder*, anche alla Piccola e Media Impresa (PMI), di fornire servizi a costi ragionevoli e di compiere importanti passi avanti nel campo della ricerca.

4.2. Come sta avvenendo la rivoluzione

4.2.1. *Gli operatori nel settore Spaziale.* - Le aziende che costituiscono il nucleo della catena di approvvigionamento per l'industria spaziale nelle economie dell'OCSE vanno dalle principali multinazionali alle più piccole imprese, classificabili come segue:

- *Large System Integrator* (LSI): imprese che hanno contemporaneamente almeno un contratto principale in corso per oltre 200 milioni di euro e che riguarda infrastrutture spaziali, lanciatori o satelliti e un fatturato annuo di oltre 200 milioni di euro o un totale di bilancio annuale di oltre 200 milioni di euro. Si tratta quindi di imprese in grado di assemblare sistemi complessi, che portano alla realizzazione di infrastrutture spaziali (satelliti, sistemi di lancio, infrastrutture di terra) tra cui l'Europa annovera: Airbus²⁴⁷, Arianegroup²⁴⁸, Thales Alenia Space²⁴⁹, OHB System²⁵⁰;
- *System Integrator* (SI): imprese più piccole degli LSI, con almeno un contratto principale in corso relativo a infrastrutture, lanciatori o satelliti legati allo spazio;
- *Large Company* (LC): aziende con un organico combinato di 250 o più o un fatturato annuo pari o superiore a 50 milioni di euro.

²⁴⁷ Il gruppo Airbus (ADS) ha sedi in Francia, a Tolosa (ADS SAS), in Germania, a Friedrichshafen (ADS GmbH) e in Inghilterra, a Londra (ADS Ltd).

²⁴⁸ Il gruppo ha sedi in Francia e in Germania (Arianegroup FR e Arianegroup GmbH), senza dimenticare il centro spaziale di Kourou in Guyana Francese.

²⁴⁹ Il gruppo ha sedi in Francia (Thales Alenia Space France SAS) e in Italia (Thales Alenia Space Italia S.p.A) in cui sono locati i quattro impianti di Torino, Milano, Roma e L'Aquila.

²⁵⁰ Il gruppo Orbitale Hochttechnologie Bremen (OHB System AG) ha sede in Germania, ma è presente anche in Italia, a Milano.

- *Small Medium Enterprise (SME)*: la PMI italiana;
- Enti di ricerca: università, laboratori, centri di ricerca.

Per quanto riguarda la PMI, la sua definizione prende in considerazione i tre criteri seguenti:

- le unità lavorative in un anno;
- fatturato annuo;
- totale di bilancio annuo.

La CE, attraverso soglie stabilite, ha suddiviso le PMI in tre categorie: microimprese, piccole imprese e medie imprese.

Categoria di impresa	Effettivi: unità lavorative-anno (ULA)	Fatturato annuo	Totale di bilancio annuo
Medie imprese	< 250	≤ 50 milioni di euro	≤ 43 milioni di euro
Piccole imprese	< 50	≤ 10 milioni di euro	≤ 10 milioni di euro
Microimprese	< 10	≤ 2 milioni di euro	≤ 2 milioni di euro

Fig. 42: Classificazione delle PMI – Fonte: Commissione Europea

4.2.2. *Entrano in gioco nuovi player, mai “vecchi” player sono ancora fondamentali.*- Per decenni il settore spaziale è stato considerato come settore di nicchia finalizzato alla scienza e alle strategie delle superpotenze. Tuttavia, come molti altri settori dell’alta tecnologia, nel mondo oggi sta attirando molta più attenzione poiché i governi e gli investitori privati cercano nuove fonti di crescita economica e innovazione.

Il *New Space* è il nuovo ecosistema (e.g. un sistema o *network* di sistemi interconnessi tra di loro ed in dinamica evoluzione) che vede l’ingresso nel “Mondo Spazio” di nuovi attori e di nuovi modelli di

sviluppo e *business*, molto diversi da quelli che hanno caratterizzato per decenni l'*Old Space*.

Questa evoluzione è stata causata da una serie di fattori convergenti concomitanti. Non è stata effettuata ancora un'analisi sistemistica e completa per capire in dettaglio quanto avvenuto, ma le motivazioni principali che hanno portato alla *New Space Economy* (NSE) sono:

- nuovi *player* pubblici: nazioni emergenti;
- nuovi *player* privati: attori privati;
- nuove tecnologie spazio e non-spazio;
- nuovi motivi per andare nello spazio (per gli attori non istituzionali l'unico motivo non può che essere "fare utili");
- nuovi modelli di produzione (e.g. catena di montaggio, derivante da quella delle auto, introdotta da Elon Musk in SpaceX) e di gestione dei progetti spaziali (molto più semplici ed efficienti di quelli dell'*European Cooperation for Space Standardization* (ECSS)²⁵¹;
- nuovi schemi di finanziamento: *venture capital* e sistemi di accesso a finanziamenti privati;
- nuove sfide per gli attori pubblici.

È evidente come un'importanza strategica nel posizionamento di un Paese è rivestita dalla capacità di effettuare lanci. Pertanto, posizione privilegiata è riservata ai Paesi in grado di effettuare lanci dal proprio territorio e/o con propri lanciatori e/o a basso costo. Proprio relativamente a quest'ultimo punto, una rivoluzione nel settore è stata introdotta dall'imprenditore americano Elon Musk, che con la sua azienda SpaceX sta realizzando lanci a basso costo e mediante vettori riutilizzabili. Questo aspetto, e in generale il modo in cui la NSE si sta sviluppando negli USA, verrà affrontato nella sezione dedicata di questa pubblicazione.

Per il momento ci si limita a riportare il confronto emblematico tra il costo sostenuto dalla NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) per il lancio di un astronauta mediante la Soyuz russa (salito fino a circa 90 milioni di euro) e mediante la Crew Dragon e il Falcon 9 di SpaceX (poco più di 60 milioni di euro, grazie anche al fatto che il Falcon 9 è in parte riutilizzabile); l'analisi verrà ripresa nei paragrafi successivi.

²⁵¹ L'ECSS (Cooperazione Europea per la Standardizzazione dello Spazio), istituita nel 1993, è un'organizzazione che lavora per migliorare la standardizzazione nel settore spaziale europeo. L'ECSS pubblica standard ai quali devono aderire gli appaltatori che lavorano per l'ESA e per le altre Agenzie europee.

4.2.3. *Nuovi modelli di business.*- I fondatori delle società *New Space*, come Elon Musk e Jeff Bezos, provengono per lo più dal settore dell'*Information Technology* (IT) e principalmente dagli Stati Uniti e, in generale, stanno sfruttando i fallimenti e i fondi generati dai loro progetti precedenti. Questi imprenditori, modificando il modo di "pensare allo Spazio", stanno dimostrando al mondo come il settore spaziale privato è essenziale e redditizio. Stanno inoltre assumendo le migliori *expertise* nel mondo, puntando a grandi obiettivi e ad un rapido adattamento alle richieste del mercato.

Una volta che un'idea imprenditoriale inizia a svilupparsi, la definizione del modello di *business* è essenziale per valutare e migliorare la fattibilità e la solidità del progetto.

4.2.3.1. *Nuovi capitali di rischio.*- Le *start-up* operanti nel mondo aerospaziale si trovano ad affrontare costi di test più elevati e rischi maggiori rispetto a quelli affrontati dalle industrie tradizionali, motivo per cui il loro primo importante compito è sopravvivere in modo intelligente. La maggior parte delle imprese di *New Space* sono private e commerciali ed offrono vari modelli di sviluppo e di *business* per iniziative innovative. A tale scopo, fanno leva su una gamma di opzioni di finanziamento privato, tra cui *business angels*, *venture capital* (*seed financing* e *start-up financing*), *debt financing*, *private equity*²⁵² e acquisizioni.

Le maggiori differenze tra le due principali fonti di finanziamento privato per le *start-up*, ovvero *business angel* e *venture capital* sono:

- Fase di Vita. Mentre i *business angel* investono nella fase *seed* (il mercato è stato individuato e bisogna lavorare per finalizzare un primo *Business Plan*), i *venture capitalist* nella fase *early* (l'idea è pronta per aggredire il mercato e da esso si cercano i primi *feedback*);
- Settore. Mentre i *business angel* tendono per lo più ad investire in imprese che lavorano in settori che già conoscono, i *venture capitalist* invece spaziano molto e danno molta più importanza ai possibili ritorni sugli investimenti;
- Ammontare dell'Investimento. Mentre un *business angel* opera indicativamente su dimensioni di intervento minori, ovvero tra i 10.000€ ed i 500.000€, il *venture capitalist* opera su investimenti maggiori di 500.000€;

²⁵² Si tratta di un'attività finanziaria mediante la quale un'entità rileva quote di una società, definita obiettivo, sia acquisendo azioni esistenti da terzi sia sottoscrivendo azioni di nuova emissione e apportando così nuovi capitali all'interno dell'obiettivo.

● *Due Diligence*²⁵³. Mentre i *venture capitalist* trascurano le *start-up* di piccole dimensioni in quanto l'intervento finanziario è troppo modesto per giustificarne i relativi costi, il *business angel* invece, essendo un esperto nel settore, riesce a svolgere la *due diligence* in modo veloce ed a costi contenuti, favorendo di fatto la creazione dal basso di nuove *start-up*.

I *venture capitalist* rappresentano la maggioranza degli investitori in società spaziali, con circa il 46% degli investimenti complessivi. *Angels* e *venture capitalist* rappresentano insieme circa il 66% degli investitori in imprese spaziali. Gli investitori statunitensi rappresentano circa il 66% degli oltre 400 investitori mondiali nelle società del settore. Negli ultimi sei/sette anni ci sono già state due generazioni di aziende IT. La combinazione unica al mondo di capitale di rischio e imprenditorialità presente sulla costa occidentale degli Stati Uniti è diventata la base per l'industria spaziale commerciale. Le agenzie governative statunitensi le hanno supportate attraverso ingenti investimenti e rappresentano ancora degli "*anchor client*" per i nuovi sistemi e servizi.

Uno scenario simile a quello statunitense, in quanto a finanziatori e cultura di propensione al rischio, non esiste ancora nell'Europa continentale. Mentre le società di capitali di rischio sono fortemente impegnate negli Stati Uniti, in Europa si nota ben poco su questo fronte. La grande differenza è dovuta ai *venture capitalist* statunitensi, persone con un grande patrimonio nella *Silicon Valley* e disposti a fondare una società spaziale praticamente in una notte.

Seppur le imprese europee rimangono competitive in molte innovazioni in campo spaziale, questa *leadership* si è raramente tradotta in un vantaggio commerciale nel settore. Uno dei motivi di questa dissonanza tra innovazione europea e vantaggi competitivi è che i *leader* tecnologici europei non sono abbastanza attivi nello spazio e il trasferimento di tecnologia non è sufficientemente efficace.

Inoltre, i fondi di capitale di rischio a disposizione delle imprese, che stanno cercando di commercializzare le loro tecnologie innovative, sono limitati. L'accesso ai finanziamenti rimane uno dei colli di bottiglia per l'imprenditoria spaziale in Europa. La scarsità di finan-

²⁵³ La *Due Diligence* (Diligenza Dovuta) indica l'attività di approfondimento di dati e di informazioni relative all'oggetto di una trattativa. Il fine di questa attività è quello di valutare la convenienza di un affare e di identificarne i rischi e i problemi connessi sia per negoziare termini e condizioni del contratto sia per predisporre adeguati strumenti di garanzia, di indennizzo o di risarcimento.

ziamenti su vasta scala in Europa è una carenza critica, che spesso porta a una fuga di talenti e società negli Stati Uniti, dove il panorama finanziario è attualmente più favorevole. Se l'Europa vuole rimanere una potenza spaziale e affrontare le sfide future, deve istituire un ecosistema spaziale imprenditoriale che promuova gli investimenti privati.

Un'analisi di mercato che è stata recentemente pubblicata dalla CE e dalla *European Investment Bank* sottolinea le forze dirompenti che trasformano il settore spaziale, sfidando sia i vecchi che i nuovi attori, e fornisce una tabella di marcia su come gli attuali sistemi di sostegno finanziario pubblico a livello nazionale, ESA e Unione Europea (UE), possono essere utilizzati per attirare il capitale privato.

4.2.3.2. *I contratti a "Prezzo fisso".* - Le nuove imprese spaziali hanno approcci alle attività spaziali molto diversi rispetto a quelle tradizionali. Il fatto che clienti e investitori siano attori privati innesca un passaggio anche nei modelli contrattuali, passando sempre più ad approcci "a prezzo fermo e fisso". Mentre la NASA, come le altre agenzie spaziali governative, un tempo era la proprietaria del lanciatore, prodotto per lei da fornitori come Boeing, ora in alcuni casi trasferisce il rischio acquistando servizi e lasciando la proprietà dei veicoli di lancio ad attori commerciali. Se scegliere appalti tradizionali o se orientarsi ad un approccio più *commercial-oriented*, dipende dall'obiettivo del programma. Con l'approccio *commercial-oriented*, la NASA concorda un prezzo fisso per i servizi che un contraente deve fornire, piuttosto che utilizzare una metodologia "a rimborso costi" che risarcisce le spese ammissibili del contraente e aggiunge un pagamento aggiuntivo per garantirgli un profitto.

Come già analizzato nel precedente capitolo della presente trattazione, l'esempio più indicativo di questo nuovo approccio è quello relativo all'approvvigionamento dei servizi di trasporto materiali ed equipaggio all'*International Space Station* (ISS). In passato la NASA avrebbe fornito descrizioni dettagliate di ogni *step* nello sviluppo di un veicolo di lancio e avrebbe finanziato tutto. Ora, nei programmi commerciali, la NASA lascia gran parte delle decisioni sullo sviluppo del progetto all'appaltatore, che ne condivide i costi. Se raggiunge gli obiettivi del progetto, viene pagato (a prezzo fisso) e il progetto passa alla fase successiva.

4.2.3.3. *Le istituzioni acquistano servizi dai privati.*- Le motivazioni che spingono gli attori statali ad impegnarsi nello sviluppo di programmi spaziali, su larga scala, di solito rientrano nelle seguenti tre categorie:

- sicurezza nazionale e aspetti militari;
- crescita economica, prosperità, sviluppo e benefici per la società;
- aspirazione a sostenere e migliorare lo status internazionale.

Va sottolineato nuovamente che queste considerazioni non sono necessariamente di natura costi-benefici. Al contrario, a causa degli elevati costi e dei benefici tangibili indiretti, è sempre stato difficile dimostrare che l'attività spaziale nazionale offra vantaggi diretti a costi contenuti.

Come emerge chiaramente dagli esempi riportati, anche nella NSE, al contrario di quello che si potrebbe pensare, le agenzie, e in generale gli attori istituzionali, continuano a giocare un ruolo chiave. Lo fanno però sempre più con un approccio diverso, più orientato a demandare costi, rischi, dettagli implementativi agli operatori commerciali, a costo di lasciare loro la proprietà dei prodotti realizzati e a "limitarsi" a fungere da acquirente di servizi. In questo modo, l'operatore commerciale è spinto a dare il meglio di sé, sia in termini di nuovi sviluppi tecnologici sia di nuovi modelli di *business*, così da cercare di massimizzare il proprio profitto che, come è ovvio, è l'obiettivo principale. D'altro canto, gli attori pubblici riescono in questo modo ad ottenere tutti i suddetti vantaggi (costi minori, migliori risultati, tempi di sviluppo più rapidi), rinunciando a "possedere" i risultati delle attività, ma riuscendo ancora, come si può vedere negli USA, a "guidare" le attività di questo settore che, in quanto spesso strategiche, necessitano comunque di una supervisione istituzionale.

Nel dopoguerra, agli albori di una nuova era del bipolarismo in geopolitica, per quanto riguarda gli Stati queste ragioni sono ancora molto rilevanti. Pertanto, in larga misura, le loro attività sono ancora compatibili con l'ecosistema di *Old Space*.

La graduale privatizzazione di alcune aree specifiche dell'attività spaziale ha favorito anche lo sviluppo di clienti privati per i sistemi spaziali. Per gli attori non statali di *New Space*, le considerazioni costi-benefici sono invece estremamente importanti, se non il fattore più importante nelle loro attività. Per molti di loro, lo spazio è innanzitutto una fonte di profitto: percepiscono la loro attività come un *business*.

L'equilibrio tra questi due diversi interessi, ma non incompatibili, è la condizione necessaria, ma anche il punto di forza della NSE.

4.2.4. *Nuovi modelli di produzione e management.*- Nel segmento di *upstream*, l'avvento di nuovi concorrenti (investitori non aerospaziali, *venture capitalist*, *crowdfunding*²⁵⁴) ha introdotto nuovi processi per la produzione e la gestione dello spazio commerciale con ricadute in tutto il settore:

- processo PA-QA "*automotive like*". Al fine di ridurre i costi di produzione, sono stati introdotti, utilizzando l'esperienza e i dati esistenti provenienti da industrie automobilistiche e aeronautiche, l'adeguamento delle procedure di qualifica e delle politiche di *Product e Quality Assurance*;

- processo "catena di montaggio". La produzione in serie di satelliti e lanciatori e l'automazione delle linee di assemblaggio contribuiscono a ridurre i costi e i tempi di produzione, sfruttando al massimo l'utilizzo di *Commercial Off The Shelf* (COTS), linee di assemblaggio standardizzate e diverse tecnologie incrementalmente, come l'analisi dei dati, la produzione additiva e la robotica;

- i progressi "*additive manufacturing*". Stampa 3D e sistemi autonomi possono contribuire ad attività di assemblaggio, riparazione e produzione eseguite direttamente nello spazio.²⁵⁵

Nel segmento di *downstream*, invece, gli usi innovativi di dati satellitari da parte di imprenditori privati stanno creando nuove attività. I servizi e la tecnologia sono in continua evoluzione e sono integrati in *smartphone* e altri dispositivi mobili. Nel settore delle immagini satellitari, in pochi anni è stato possibile sviluppare migliaia di nuovi servizi applicativi grazie alla crescente capacità di calcolo e al *cloud computing*, consentendo la gestione di *set* di dati rilevanti (*big data*) e tecniche di apprendimento automatico. Esigenze di mobilità e nuovi strumenti di digitalizzazione sono i cambi di gioco che sono oggi disponibili anche per le piccole aziende: alcune delle aziende più attive che utilizzano dati e segnali satellitari per le loro attività non apparten-

²⁵⁴ Il *crowdfunding*, o finanziamento collettivo, è un processo collaborativo di un gruppo di persone che utilizza il proprio denaro in comune per sostenere gli sforzi di persone e organizzazioni. È una pratica di microfinanziamento dal basso.

²⁵⁵ per i satelliti scientifici o elementi relativi al volo umano, ovvero in tutti quei casi dove c'è un'unicità di realizzazione ed alto rischio, le procedure di progetto, realizzazione e testing sono rimaste le stesse così come l'approccio di PA.

gono al tradizionale settore spaziale e non possiedono grandi infrastrutture.

Nel segmento *downstream*, la *business community* supporta le *start-up* spaziali con nuovi modelli di *business* basati su applicazioni *downstream*, analisi delle immagini, tracciamento delle risorse e connettività dati ad alta velocità, che non erano note fino a poco tempo fa.

Nell'ambito dell'ecosistema *New Space* nuove aziende stanno lavorando per sviluppare un accesso a basso costo allo spazio e tecnologie e servizi spaziali accessibili. Questo cambiamento richiede diversi metodi di gestione e richiede periodi di tempo più brevi dedicati alla ricerca e allo sviluppo. I satelliti, i sistemi e i componenti oggi possono essere acquistati più facilmente. I processi di sviluppo possono essere più brevi e i satelliti trascorrono relativamente meno tempo in orbita. Di conseguenza, la gestione del progetto è più propensa a correre rischi. Il progetto è quindi orientato su un approccio basato su un modello *Research & Development (R&D)* “*good enough*” e sull'esecuzione di dimostrazioni tecnologiche mentre è in volo, in contrasto con l'approccio *Old Space* di puntare al 100% di successo in orbita. Di conseguenza, la ricerca e lo sviluppo nella *New Space* è certamente più innovativa: emergono nuovi tipi di applicazioni e servizi che non facevano parte dell'ecosistema *Old Space*, come razzi riutilizzabili, voli spaziali umani commerciali, costellazioni di piccoli satelliti commerciali, *in-orbit service* e così via.

4.2.5. *La globalizzazione dell'industria spaziale: gli investimenti diretti esteri.*- Gli Investimenti Diretti Esteri (IDE)²⁵⁶ sono una forma particolare di investimento, che riflette la costituzione di una società affiliata all'estero sotto la gestione di una società madre.

Gli IDE forniscono spesso un legame tra il Paese ospitante e le risorse tecnologiche delle multinazionali straniere, ma tuttavia rappresentano solo un aspetto della globalizzazione dell'industria spaziale. L'altro aspetto riguarda infatti il commercio di tecnologie.

Nella maggior parte dei Paesi, le tecnologie spaziali sono considerate di natura strategica anche a causa del loro uso duale (ovvero utilizzabili sia a scopi sia civili che militari). Il commercio di tecnologie sensibili è pertanto regolato da rigide politiche di controllo

²⁵⁶ Anche noti come *Foreign Direct Investment* (FDI). Si tratta di una forma di internazionalizzazione delle imprese che rappresenta una voce della contabilità nazionale nella quale vengono indicati i trasferimenti di capitali e di tecnologie da un Paese all'altro.

delle esportazioni, che in alcuni Paesi, nel corso degli anni, sono state rafforzate rendendo più difficile per l'industria il trasferimento di tecnologie satellitari e *know-how*²⁵⁷.

Negli Stati Uniti, le modifiche al regime di regolamentazione del traffico internazionale delle armi negli anni '90 (ITAR - *International Traffic in Arms Regulations*), applicato poi anche allo spazio, ha avuto l'effetto di rallentare le esportazioni dell'industria spaziale americana e di potenziare la concorrenza di altri Paesi che costruiscono satelliti senza vincoli di ITAR, ovvero senza componenti americani. Sebbene il commercio internazionale di tecnologie spaziali sia aumentato nel corso degli anni (i.e. da quando sono entrati in scena ulteriori attori), la componente chiave nei trasferimenti di tecnologia riguarda la moltiplicazione di accordi industriali, che obbligano gli esportatori a trasferire specifici *know-how* e materiali ad attori industriali locali.

Seguendo l'esempio della Federazione Russa negli anni '90, la Cina e l'India sono diventati una nuova fonte del commercio internazionale di tecnologia spaziale per i Paesi ad economia emergente. Ciò è dimostrato dalla crescente cooperazione tecnica con Paesi del Sud America come la Bolivia, il Brasile, il Perù e il Venezuela. Cina e India sono stati visti alla fine degli anni '90 come potenze spaziali emergenti, nonostante avessero avviato i rispettivi programmi spaziali decenni prima. Oggi, entrambe queste nazioni hanno capacità spaziale consolidata e in costante sviluppo, che si affianca alla crescente importanza economica mondiale.

4.3. *I Capitali in USA.*- Il settore spaziale statunitense, a partire dagli anni '60, è stato considerato un modello pubblico centralizzato in vista dell'impennata della spesa governativa statunitense di quegli anni per il finanziamento dei voli spaziali umani attraverso il programma e le missioni Apollo. Protagonista di questo modello centralizzato è stata la NASA la quale, da allora e per i successivi cinquant'anni, ha definito la struttura del mercato spaziale caratterizzato da un forte contributo governativo. Dopo decenni di controllo centralizzato delle attività spaziali, la NASA e la politica statunitense hanno cominciato a cambiare rotta, trasferendo la direzione delle attività umane nello spazio alle compagnie commerciali. Nella seconda metà degli anni '60 la NASA generava più dello 0.7% del PIL

²⁵⁷ Nota: le innovazioni tecnologiche sono considerate strategiche indipendentemente se civili o militari e di conseguenza vengono controllate e comunque tracciate

statunitense, già però verso la fine di quegli anni, a conquista della Luna avvenuta, questo livello è precipitato gradualmente e persistentemente sino all'attuale 0.1%.

Attualmente la situazione è cambiata rispetto al secolo scorso: non ci sono più due sole superpotenze (i.e. USA e Unione Sovietica) ad avere un ruolo nell'esplorazione dello spazio.

Lo spazio è diventato un enorme fonte di *business* con oltre 300 miliardi di dollari in entrate annuali, suggerendo una visione ottimista del mercato con grandi imprese innovative nel settore e dozzine di piccole *start-up*.

L'ultima delle frontiere ora è aperta a molti più Paesi, all'industria, alle università. «[...] E, cosa più importante, vediamo che si comincia a fare del vero e proprio business nello spazio», dice il Direttore Generale dell'ESA.

Per gli imprenditori come Elon Musk, il visionario e controverso amministratore delegato di SpaceX, la visione più ampia è quella di rendere più vicino lo Spazio. C'è anche Jeff Bezos, il fondatore di Amazon, che sta finanziando una società di trasporti spaziali di sua proprietà, la Blue Origin, o Richard Branson, lo stravagante uomo d'affari passato dalla musica, alle compagnie aeree, alla Virgin Galactic con il suo tentativo di rendere il "turismo spaziale" suborbitale una realtà. Ancora, Robert Bigelow, proprietario della catena alberghiera Budget Suites of America, che ha fondato Bigelow Aerospace. In gioco c'è un giro d'affari che vale circa 350 miliardi di dollari.

Altre ambiziose compagnie spaziali si sono succedute nell'ultimo quarto di secolo, ma poche, o forse nessuna, hanno abbracciato una visione grande e audace come quella di Musk, che ha dichiarato che il suo obiettivo è quello di renderci una specie multi planetaria, con ondate di colonizzatori che si stabiliscono su Marte come piano di riserva per la vita sulla Terra.

Spazio ai privati, quindi! Dieci anni fa sembrava solo uno *slogan*, un costosissimo passatempo in cui i magnati del web bruciavano parte dei loro patrimoni per noia o per smisurata ambizione. Elon Musk però ha dimostrato che quei "giochi da miliardari" sono diventati una cosa seria non solo per la scienza, ma soprattutto per il *business*. «A essere diverse sono le società coinvolte e il modo in cui sono capitalizzate o finanziate», spiega Marco Càceres, analista spaziale senior presso Teal Group, una società che studia il mercato aerospaziale.

Nei primi tempi dell'era spaziale, quando il volo umano faceva parte della competizione della Guerra Fredda, chi si faceva carico dei

grandi rischi era la NASA, inviando astronauti in viaggi pericolosi per battere l'Unione Sovietica nella corsa alla Luna. Questo si rifletteva nella sua spesa. Poiché ciascuna missione era considerata vitale per la sicurezza nazionale, le società aerospaziali beneficiavano della generosità dei cosiddetti contratti governativi *cost-plus* (anche detti "a rimborso costi"), che garantivano sostanzialmente un guadagno anche se si fosse sforato di molto il budget. Nessuno sapeva davvero quanto sarebbe dovuto costare un determinato viaggio nello Spazio. Quando legislatori e contribuenti lamentavano costi esorbitanti, veniva risposto loro che era in gioco il futuro della libertà.

Chad Anderson, CEO di Space Angels, un fondo di investimenti da 50 milioni di dollari che si concentra sulle *start-up* spaziali, sostiene che il problema della NASA era sistemico: «ci sono stati una manciata di appaltatori e un cliente e il risultato è stato avere l'opposto dell'innovazione e difatti le cose non sono cambiate fino a SpaceX». La svolta, afferma Anderson, è avvenuta senza tanto clamore nel 2009. Non era un progresso tecnologico o un lancio di alto profilo, era una lista. SpaceX ha pubblicato i suoi prezzi per lancio di *payload*. Così, se una società avesse voluto lanciare un satellite, avrebbe saputo l'ammontare del *budget* necessario e fatto progetti in base a questo. Prima, dice Anderson, c'erano un paio di dozzine di soggetti disposti a investire in nuove iniziative spaziali. Da allora, l'azienda di Musk ha contato 18 miliardi di dollari investiti in 412 società. Si tratta però ancora di un *business* difficile. SpaceX ha cercato per sei anni di portare in orbita il suo primo *payload* e, nel 2015 e 2016, ha subito spettacolari fallimenti che sono costati centinaia di milioni di dollari. A gennaio 2016 è emerso che stava licenziando il 10% dei suoi dipendenti (6000 persone) definendola una mossa necessaria per le «sfide straordinariamente difficili che ci attendono».

I cieli si sono aperti agli imprenditori dello Spazio, in parte a causa di aziende aggressive, come SpaceX, in parte perché Washington è più favorevole alle imprese private in orbita. I satelliti di Osservazione della Terra, che spesso erano oggetti giganteschi collocati in orbite più alte e che passano sopra ad un determinato punto sulla Terra solo poche volte al giorno, sono stati sostituiti da costellazioni di satelliti più piccoli, che trasmettono in tempo reale dati raccolti in tempo reale. Il volano principale della domanda del prossimo futuro per il *business* spaziale potrebbe essere il traffico Internet: in molti casi è molto più economico trasmettere dati via satellite che via terra. Satelliti per le comunicazioni in orbite molto

alte esistono da tempo, ma c'è un notevole ritardo nella trasmissione dei segnali. Nel 2015 SpaceX ha annunciato il progetto di una rete a banda larga chiamata Starlink, basata su una costellazione di 11943 satelliti in orbita bassa in grado di inviare e ricevere segnali. Dopo il lancio di alcuni satelliti prototipali per le verifiche tecnologiche e di funzionamento, a fine 2019 è iniziato il dispiegamento della costellazione operativa con lanci di circa 60 satelliti ciascuno. Da novembre 2019 a metà marzo 2021 sono già stati effettuati 21 lanci.

Una piccola riflessione: è molto più semplice e sicuro mandare satelliti nello Spazio piuttosto che esseri umani, anche lo stesso Elon Musk ha detto che c'è solo una possibilità, non più alta del 70%, che un giorno andrà lui stesso su Marte.

Negli USA, il paradigma della NSE ha visto l'ingresso di nuovi imprenditori che hanno investito ingenti capitali nelle tecnologie spaziali, offrendo servizi di lancio a piccoli costi. Dalla sua, il settore pubblico ha favorito il fenomeno aprendo un mercato di lanci istituzionali che, sia per numero che per costi, ha permesso di sostenere, se non di sovvenzionare in modo indiretto, la crescita di una filiera di imprese in grado di proporre prezzi competitivi sul mercato internazionale. La nuova corsa statunitense allo Spazio è stata caratterizzata dalle nuove politiche commerciali delle aziende che, se da un lato hanno sviluppato nuovi prodotti come il lanciatore riutilizzabile Falcon 9 della SpaceX di Elon Musk, dall'altro si sono costituite in gruppi industriali dedicati come la United Launch Alliance creata dalla Boeing e dalla Lockheed Martin.

La nuova *Space Economy*, soprattutto negli USA, è un mix tra budget istituzionali e commerciali, diversi *contractor* in competizione e una crescita esponenziale. Decine di miliardi di dollari di investimenti pubblici sono stati il volano per far crescere all'ombra della NASA i nuovi imprenditori dello Spazio. Al di là di questi *tycoon*, tipicamente figli del sistema americano, si è sviluppato un sistema di *space venture capitalist* che, dal 2000 al 2015, ha raccolto oltre 13 miliardi di dollari di investimenti, di cui due terzi solo negli ultimi 5 anni. All'inizio del 2016 l'analisi "*start-up space*" di Tauri Group riferiva che il 66% dei 250 *venture capitalist* dello spazio opera negli Stati Uniti, e la metà si trova in California. Recentemente SpaceX è entrata nel gruppo delle *Unicorn Companies*, le *start-up* che sono arrivate o hanno superato il miliardo di dollari di valore. Oggi questi imprenditori dicono apertamente «You can now make money with space investment».

4.3.1. *Le 4 Direttive di Space Policy.*- Le politiche spaziali adottate dalla NASA sono essenzialmente riconducibili a quattro tematiche chiave: scoprire, esplorare, sviluppare e abilitare. Ad ogni tematica corrisponde un goal strategico con relativi e plurimi obiettivi che rafforzano l'abilità della NASA per completare la sua *mission* e contribuire alla predominanza statunitense nell'esplorazione spaziale, tecnologica e scientifica. Una cosa che diventa fondamentale è quella di mantenere costante la presenza umana in *Low Earth Orbit* (LEO) grazie al mercato commerciale. È importante sviluppare e trasferire tecnologie rivoluzionarie, coinvolgere il pubblico nell'ambito dell'aeronautica, dello spazio e della scienza, puntando ad ottimizzare le competenze e le operazioni nello spazio stesso. Per questo motivo sono state attivate *partnership* strategiche, in modo da avere accesso allo spazio ed ai suoi servizi e allo stesso tempo garantire sicurezza e successo delle missioni.

Per l'attuazione dei *goal* sopraelencati, il budget della NASA del 2018 è stato di 19,1 miliardi di dollari, di cui 624 milioni sono stati destinati per la R&D aeronautica, 1,9 miliardi per programmi di scienze planetarie (tra cui le missioni verso Europa e Marte), 3,7 miliardi per continuare a sviluppare il veicolo spaziale con equipaggio Orion Crew e *Space Launch System* - SLS (il sistema di lancio in vista della prossima era di esplorazione umana oltre l'orbita terrestre), 1,8 miliardi per missioni inerenti la scienza della Terra.

Nel 2019 la NASA aveva previsto un finanziamento di 19,9 miliardi di dollari, un budget che andava contro l'andamento decrescente dei finanziamenti avvenuti negli anni precedenti, già rispetto al 2018 si trattava di circa 400 milioni di dollari in più.

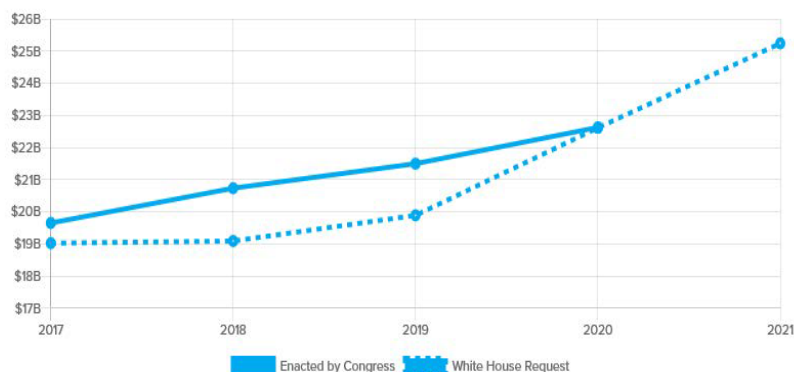


Fig. 43: Budget annuale NASA – Fonte: Materiale Master in Istituzioni e Politiche Spaziali – SIOI – 2020

L'Agenzia spaziale americana si sta muovendo verso la NSE grazie ad un budget che non ha eguali nel mondo, destinato a confermare il *trend* anche nei prossimi anni. A febbraio l'amministrazione ha chiesto al Congresso il budget più alto del terzo millennio per la sua Agenzia: 25,2 miliardi di dollari. L'amministrazione ha inoltre confermato il coinvolgimento dei privati e modificato le modalità contrattuali già adottate dalla NASA.

Questa è l'era in cui ai privati viene chiesto di assumersi responsabilità a livello di rischio in cambio di benefici.

Tutto questo è dettagliatamente spiegato nelle *Space Policy Directive*.

a) *La Space Policy Directive 1 (2017)*.- Il Presidente Trump, l'11 dicembre del 2017, ha siglato la *Space Policy Directive-1 (SPD-1)*, ratificata il 28 marzo del 2018, indirizzando i programmi spaziali statunitensi sulla scoperta e l'esplorazione umana e invitando la NASA a sviluppare programmi innovativi e sostenibili di esplorazione in collaborazione con *partner* commerciali e internazionali per favorire l'espansione umana nel Sistema Solare e portare sulla Terra nuove conoscenze ed opportunità.

La SPD-1 va ad emendare una ben più corposa linea guida redatta ai tempi dell'amministrazione Obama. Viene in particolare completamente riscritto un paragrafo della sezione “*Space Science, Exploration and Discovery*”. La sua precedente versione era la seguente: «L'amministratore della NASA deve: determinare obiettivi di esplorazione remoti. Iniziare, entro il 2025, missioni con equipaggio oltre la Luna, incluso l'invio di esseri umani verso un asteroide. Entro la metà degli anni '30 inviare esseri umani in orbita marziana e riportarli sani e salvi a terra». L'attuale paragrafo recita come segue: «L'amministratore della NASA deve: condurre un programma innovativo e sostenibile di esplorazione con partner commerciali e internazionali, che consenta l'espansione umana nel Sistema Solare e riporti sulla Terra nuove conoscenze e opportunità. Iniziando con missioni oltre l'orbita bassa terrestre, gli Stati Uniti guideranno il ritorno degli esseri umani sulla Luna per esplorazioni di lungo periodo e programmi di utilizzo, seguiti da missioni abitate verso Marte e altre destinazioni».

Il programma SLS continua, ma è affiancato da lanciatori commerciali. Si va verso la concretizzazione di idee più innovative arrivando a risparmiare a sufficienza per raggiungere l'obiettivo finale di uno sbarco lunare e una base lunare entro un decennio, per poi riuscire finalmente ad arrivare sul Pianeta Rosso. La NASA ha stipulato contratti innovativi per accelerare i tempi ed in modo tale da avere molteplici soluzioni a disposizione e poi poter scegliere la più adatta.

Questa nuova direttiva appare subito piuttosto ambiziosa, soprattutto alla luce del rapporto debito/PIL statunitense, che si aggira intorno al 106%. Una soluzione potrebbe essere quella di abbassare notevolmente le spese militari, ma il delinearsi degli scenari geopolitici in Medio Oriente, incendiati proprio da Trump, appare in forte contrapposizione con questa possibilità.

In conclusione sono quattro i punti fondamentali sui quali la SPD-1 si basa:

- accelerazione dell'atterraggio umano sulla superficie della Luna;
- modifica del programma Artemis per un ritorno sulla Luna entro il 2024;
- coinvolgimento dell'industria privata;
- modifica nel sistema contrattuale NASA.

b) La Space Policy Directive 2 (2018).- La *Space Policy Directive-2* (SPD-2) è stata firmata da Trump il 24 maggio del 2018 e stabilisce la politica del ramo esecutivo per assicurare che i regolamenti governativi adottati e applicati:

- promuovano la crescita economica;
- riducano al minimo l'incertezza per i contribuenti, gli investitori e l'industria privata;
- proteggano la sicurezza nazionale, la sicurezza pubblica e gli interessi di politica estera;
- incoraggino la leadership americana nel commercio spaziale.

Il Presidente si impegna a garantire che il governo federale si tolga di mezzo e scateni l'impresa privata per sostenere il successo economico degli USA. Per l'industria aerospaziale si tratta di un provvedimento molto popolare, chiesto a gran voce da anni dalle maggiori aziende americane del settore, anche nelle prime sedute del *National Space Council* (NSC).

La NASA e il Ministero dei Trasporti, del Commercio e della Difesa sono chiamati a collaborare per la ridefinizione dei requisiti atti

alla concessione delle licenze, minimizzando il numero a quello strettamente necessario a tutelare la salute pubblica e la sicurezza nazionale. Il Ministro dei Trasporti rilascerà un quadro normativo per la gestione delle attività di lancio e rientro di missioni spaziali, con l'obiettivo di semplificare e ridurre l'iter burocratico oggi necessario. Il documento chiede la formulazione di un piano strategico per il quale il processo di autorizzazione al volo si svolga attraverso una sola interazione formale con le autorità preposte, e che i lanci e i rientri possano essere autorizzati con un'unica licenza.

Con la SPD-2 è stato creato l'Ufficio del Commercio Spaziale all'interno del Dipartimento del Commercio con lo scopo di redigere una serie di regole e regolamentazioni per lo sviluppo delle imprese commerciali; l'obiettivo è quello di rendere sempre più attivo il settore del commercio nell'ambito spaziale. Il Segretario al Commercio ha il compito di esaminare le direttive sul telerilevamento commerciale, per verificarne la coerenza con la politica della SPD-2 e per affrontare e correggere quelle che non risultano conformi. L'industria del telerilevamento commerciale è una risorsa nazionale fondamentale: è importante che ci sia una riforma significativa per garantire che gli USA rimangano la giurisdizione scelta per le aziende ad alta tecnologia che lavorano su questo campo. Le diverse aziende hanno l'incarico di presentare al Presidente un rapporto sul miglioramento della competitività globale delle politiche, della regolamentazione e delle attività dello spettro delle radiofrequenze spaziali degli USA in seno all'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni e ad altri forum multilaterali.

c) *La Space Policy Directive 3 (2018)*. - La *Space Policy Directive 3* (SPD-3), del 18 giugno 2018, è un atto formale con il quale l'amministrazione americana vuole aggiornare le precedenti regole e i precedenti *standard* per minimizzare il rischio legato ai detriti spaziali. Il sempre crescente numero di lanci spaziali, l'imminente arrivo sul mercato delle costellazioni di mini satelliti per telecomunicazioni, come OneWeb o Starlink, e lo sperato aumento del traffico da e per l'orbita bassa sono tutti fattori di rischio per la sicurezza delle operazioni spaziali. Ogni lancio infatti crea migliaia di detriti di varie dimensioni, che possono variare da interi stadi di razzo a minuscoli frammenti di vernice. A seconda della quota e del tipo di orbita questi oggetti possono rappresentare un pericolo letale fino al momento del loro rientro. Con l'aumento del numero di detriti spaziali pericolosi, cresce anche la necessità di migliorare le tecnologie di tracciamento

oggi disponibili, ma anche la capacità delle varie agenzie spaziali di condividere a livello internazionale le informazioni in possesso di ciascuno. Con la SPD-3 l'amministrazione USA intende lavorare dal lato USA per migliorare la capacità di valutare e gestire il rischio di impatti con detriti spaziali, così come lo *standard* di comunicazione con i suoi *partner* internazionali. La direttiva invita anche l'industria aerospaziale ad adottare tecnologie e *best practise* per prevenire la formazione di detriti spaziali e per gestire in modo controllato la fase finale della vita operativa delle proprie missioni. L'attenzione verso il settore commerciale pone l'accento su sicurezza, stabilità e sostenibilità delle operazioni e attività spaziali: si parla sempre più di attività nello spazio dallo spazio. Il primo grande convegno su questo è stato lo *Space Enterprise Summit* nel giugno 2019 a Washington, in cui per la prima volta si sono condivisi dati militari, di sicurezza e civili.

d) *La Space Policy Directive 4 (2019)*.- La *Space Policy Directive 4* (SPD-4), del 19 febbraio 2019, si basa su due punti fondamentali:

- istituzione dell'*US Space Force* (USSF), il 20 dicembre 2019, come sesto ramo delle Forze Armate, con un *budget* per il 2020 di 738 milioni di dollari e con la responsabilità di "operare, addestrare ed equipaggiare" tutte le risorse spaziali di cui l'*US Space Command* ha bisogno, unificando quanto già presente nelle varie forze armate;
- istituzione dello *Space Command*, il nuovo comando combattente unificato responsabile della guerra spaziale. L'organizzazione decide come utilizzare il dominio dello spazio nel migliore interesse della sicurezza nazionale.

Da quando è stata creata con la SPD-4, l'USSF ha stabilito un quartier generale, assunto personale dell'aviazione americana e prodotto un video di reclutamento. Le attività procedono a gran ritmo e nell'ultimo annuncio è stato dichiarato che presto il personale sarà addestrato nella guerra orbitale, nella guerra elettronica, nelle strategie militari e in altre attività. L'obiettivo immediato è quello di avere un'organizzazione in grado di controllare l'infrastruttura spaziale statunitense e proteggerla da attacchi fisici, elettronici o digitali (i.e. affrontare missili antisatellite, armi elettroniche ed attacchi informatici).

Fino ad ora, i compiti dell'USSF sono stati un po' ambigui. Il termine "guerra spaziale" tende a evocare molte immagini *hollywoodiane* poco realistiche. In realtà, questo è un dominio in evoluzione che attualmente coinvolge i beni legati allo spazio, come gli osservatori ed

i satelliti americani del *Global Positioning System* (GPS), che vengono presi di mira in caso di guerra. L'idea è quella di creare molte specializzazioni come avviene per il personale dell'USAF, dove i piloti scelgono di essere da combattimento aereo, bombardieri o da rifornimento. In questo caso si potrà scegliere tra la guerra orbitale, la guerra elettronica, la gestione della battaglia spaziale, l'accesso allo spazio ed attività di supporto. Il *target* a lungo termine è quello di creare una forza armata di 16.000 persone.

La presidenza avrebbe preferito la creazione di un autonomo *Space Force Department*. Questa opzione è stata bocciata per motivi di costo, potrebbe però in futuro essere riproposta.

Secondo un rapporto del Pentagono, il Dipartimento della *Space Force* dovrebbe essere operativo entro la fine dell'anno fiscale 2024 e potrebbe trasformare radicalmente l'attuale assetto militare statunitense, dal momento che vi si prevede la sintetizzazione di tutte le funzioni spaziali convenzionalmente condivise dalle altre agenzie militari. Per l'edificazione del nuovo Dipartimento, il Pentagono ha chiesto al Congresso uno stanziamento di 149 milioni di dollari, predisponendo la creazione di quattro componenti: una *Space Development Agency*, una *Space Operation Force*, uno *Space Command* e la nomina di un segretario della Difesa per lo Spazio. Le ragioni che hanno spinto il governo statunitense a mobilitare risorse così ingenti orientate alla riforma del sistema della Difesa risultano più chiare se si considera che il settore spaziale si sta rivelando sempre più funzionale alla potenziale conduzione dei conflitti tra grandi potenze. Infatti, le informazioni raccolte dei satelliti in orbita permettono la geo-localizzazione delle minacce missilistiche e la comunicazione istantanea con le agenzie terrestri. In linea con la *National Defense Strategy*, che enfatizza l'importanza del dominio spaziale, la *Space Development Agency* è stata ideata proprio per rispondere all'esigenza di porre rimedio a tali lacune che rischierebbero di far perdere alle Forze Armate degli USA il vantaggio comparato di cui ancora riescono ad avvalersi rispetto ai loro competitori. La sua istituzione, patrocinata dall'ex segretario della Difesa Patrick Shanahan, risale al 12 marzo 2019; il Congresso ha approvato lo stanziamento di fondi avanzato dal Pentagono in modo da dare avvio a programmi concreti e all'assunzione di personale. Il futuro operato dalla *Space Development Agency* si concentrerà sullo sviluppo di nuove capacità indispensabili quali una sorveglianza globale permanente, la realizzazione di sistemi di deterrenza efficienti e la costruzione di infrastrutture terrestri di supporto spazia-

le, reattive e resilienti, che nel lungo termine possano essere riconvertite in sistemi tecnologici più all'avanguardia. La strategia dell'organizzazione prevede anche uno stretto coordinamento tra la *Space Force* e le altre agenzie governative, che continueranno ad essere coinvolte nelle operazioni spaziali, per evitare che le competenze e le operazioni si sovrappongano tra un'agenzia e l'altra. La *Space Force* è stata anche bersaglio di critiche: il segretario della *Air Force*, ha ribadito la sua contrarietà, motivandola con la previsione di una perdita sostanziale di numerosi posti di lavoro e di un accavallamento delle operazioni tra le diverse agenzie. Come risposta alle critiche, i sostenitori della *Space Force* hanno dichiarato che non hanno mai desiderato promuovere "guerre territoriali" contro gli altri servizi militari e che, invece, la cooperazione tra agenzie è indispensabile affinché le carenze tecnologiche e organizzative del settore spaziale vengano pienamente soddisfatte.

4.3.2. *Soyuz vs SpaceX*.- Nei primi tempi dell'era spaziale nessuno sapeva davvero quanto costasse un viaggio spaziale, l'unica cosa importante era "vincere" contro l'Unione Sovietica. Qualunque tipo di responsabilità era della NASA.

A oggi sono ancora i governi gli unici soggetti che lanciano esseri umani nello spazio, ma qualcosa è cambiato.

Il lancio della Crew Dragon ha inaugurato, il 16 novembre 2020, l'era dei voli spaziali commerciali con equipaggio umano. Il successo della navicella di SpaceX, agganciata alla ISS, segna un passo avanti significativo per il futuro delle società commerciali nello spazio.

Secondo i programmi, i voli con equipaggio (anche privato) verso la ISS arriveranno presto, ma la visione degli imprenditori spaziali si spinge molto più lontano. Prima di ora, non meno di 109 veicoli spaziali sono partiti dalla rampa 39, rampa che fa parte del sito di lancio dello John F. Kennedy Space Center. La maggior parte di essi (dalle missioni lunari Apollo fino agli Shuttle) erano più grandi, più potenti e costruiti per portare gli astronauti su voli più ambiziosi. Tuttavia, si dà il caso che fossero progetti governativi, mentre adesso si parla di un passo "modesto" verso i voli commerciali nello spazio. Sottolineiamo "modesto" perché la Crew Dragon è un progetto governativo organizzato in modo diverso. Space-X e i suoi sostenitori affermano che rappresenta un passo verso obiettivi molto più grandi.

La progettazione e costruzione di capsule americane di nuova generazione, come la Crew Dragon, è nata dall'esigenza di non dipende-

re più dalle Soyuz russe. Oltre ad ovvie motivazioni di carattere politico, questo sforzo americano è finalizzato a raggiungere forse l'unico obiettivo fallito dallo Shuttle: un accesso economico all'orbita bassa terrestre. Ricordiamo che la NASA, dal 2006 a oggi, ha acquistato circa 70 posti sulle Soyuz russe per i propri astronauti e da allora il prezzo è costantemente aumentato. In totale, la NASA ha pagato oltre 3.9 miliardi di dollari alla Russia per mantenere una continua presenza americana sulla ISS. Dai rapporti delle Organizzazioni Internazionali Governative (OIG), è possibile notare come il prezzo per posto è passato dai circa 30 milioni di dollari del 2006 agli oltre 90 per gli ultimi posti del 2020.

	Per-Seat Cost (millions, inflation adj)
Mercury	€117 million
Gemini	€97 million
Apollo (to LEO)	€323 million
Shuttle Orbiter	€141 million
Soyuz	€74 million
Crew Dragon	€50 - €55 million
Starliner	€75 - €82 million
Orion	€241 million

Tabella 3: Costi per passeggero con i vari lanciatori – Fonte: Organizzazioni Internazionali Governative (OIG)

Il prezzo del singolo posto sulla Crew Dragon è stato accuratamente stimato dalla Planetary Society sulla base dei dati della NASA. In base a questo resoconto, il prezzo per singolo posto sulla capsula di SpaceX si aggirerebbe tra i 60 e 67 milioni dollari, un netto risparmio rispetto alla Soyuz. Interessante notare come invece la Starliner²⁵⁸ si

²⁵⁸ La CST-100 Starliner è una capsula spaziale proposta da Boeing in collaborazione con Bigelow Aerospace, aziende private entrate nel programma Commercial Crew Development della NASA.

attesti ad un prezzo leggermente superiore alla capsula russa: 91-99 milioni di dollari per posto.

Grazie alle analisi della Planetary Society è possibile osservare i costi di sviluppo dei vari programmi della NASA nel corso degli ultimi sessant'anni rispetto al Commercial Crew Program (CCP). In ogni caso, è doveroso precisare che questi dati vanno presi con grande cautela. Infatti, ogni veicolo ha le proprie peculiarità e quindi non si sta facendo un vero e proprio confronto diretto tra veicoli, comunque molto simili. Un confronto con la storica Soyuz risulta in ogni caso poco significativo: la tecnologia sviluppata negli anni '60 per i veicoli Soyuz era destinata all'esplorazione lunare, come il modulo dell'Apollo, e non per il solo accesso all'orbita bassa terrestre, come nel caso della Dragon, e ogni singola innovazione tecnologica sviluppata per il programma Apollo era progettata e costruita per la prima volta. Nel 2020 molte parti fondamentali delle nuove capsule sono invece tecnologie già rodiate, anche se aggiornate e migliorate. I costi di sviluppo della Crew Dragon ammontano a 1.7 miliardi di dollari. Di conseguenza, la capsula di Space-X è a tutti gli effetti la meno costosa della storia dell'esplorazione spaziale americana. Bisogna ricordare che l'azienda californiana ha anche beneficiato degli sviluppi di un altro programma: il cargo Resupply Service²⁵⁹ che portò allo sviluppo della prima Dragon. Un quadro degli investimenti della NASA nel settore privato viene da un rapporto dell'OIG del 2018. In totale gli investimenti della NASA verso Space-X al 2024 saranno di circa 7.7 miliardi di dollari. Di questi 3.6 saranno spesi nella variante della Dragon per il trasporto umano.

La navicella e il suo booster sono destinati ad essere riutilizzati e questo è un aspetto cruciale del modello di *business* a basso costo della Space-X, che tratta il suo equipaggiamento multimilionario come un investimento da utilizzare più volte anziché come un prodotto "usa e getta". La società ha pubblicato video sensazionali dei suoi razzi che effettuano con normalità cose che sembravano pura fantasia, rientrando dallo spazio alla Terra in modo sicuro, vicino ai loro siti di lancio. Nello spirito dell'imprenditoria statunitense, la NASA ha fatto in modo che la Space-X avesse una concorrenza. La Boeing, con una capsula simile chiamata CST-100 Starliner, lanciata a dicembre del

²⁵⁹ Il *Commercial Resupply Services* è il programma commerciale della NASA per il trasporto di merci alla Stazione Spaziale Internazionale. Le aziende vincitrici della Fase 1 del programma furono la SpaceX e la *Orbital Sciences Corporation*, che si aggiudicarono rispettivamente 12 e 8 missioni, poi estese a 20 e 11 missioni.

2019. La Boeing è un appaltatore aerospaziale da molto tempo e questo si riflette nei contratti stipulati dalla NASA con essa e con Space-X. Per fare praticamente lo stesso lavoro, la Boeing ha ricevuto 4.2 miliardi di dollari mentre Space-X ha ricevuto 2.6 miliardi di dollari.

La capsula di Space-X si configura quindi come la meno costosa della storia dell'esplorazione spaziale americana.

Il programma dell'equipaggio commerciale della NASA è il programma di sviluppo di veicoli spaziali umani più economico dell'agenzia da quasi 60 anni a questa parte. Secondo i dati riportati dalla NASA e analizzati da The Planetary Society, l'agenzia spaziale ha speso 6.2 miliardi di dollari (6.7 miliardi di dollari corretti per l'inflazione al 2019) per l'equipaggio commerciale dell'anno commerciale 2011. Quei miliardi di dollari hanno dato vita a 2 nuove navicelle spaziali con capacità umana: l'equipaggio Dragon e lo Starliner.

Nella storia della NASA l'unico altro progetto di navicella spaziale con equipaggio ad aver speso una quantità di denaro comparabile durante il suo sviluppo è stato il Mercury, tra il 1959 e il 1961. Se Dragon e Starliner funzionano potrebbero essere alcuni dei migliori affari della storia della NASA.

L'approccio di partenariato pubblico-privato per lo sviluppo di nuovi veicoli per l'equipaggio, in cui la NASA ha impegnato una somma fissa di denaro, pur adottando un approccio più diretto alla gestione è stato un rischio. Quando è stato proposto nel 2010, aziende come Space-X avevano appena iniziato a dimostrare le loro capacità e il modello non era mai stato tentato su qualcosa di così complesso come il volo spaziale umano. Tuttavia, i funzionari della NASA hanno sostenuto la necessità di un nuovo approccio anche perché i precedenti sforzi per sviluppare nuovi veicoli spaziali umani erano afflitti da sovra costi. D'altra parte, le *partnership* commerciali "a prezzo fisso" incentivano i *partner* a ridurre i costi e forniscono loro i mezzi per avviare un nuovo mercato per l'accesso umano all'orbita bassa terrestre. È evidente quindi che, mentre un nuovo mercato per il volo umano nello spazio deve ancora concretizzarsi, il modello pubblico-privato ha portato a notevoli risparmi sui costi rispetto ad altri programmi di volo umano nello spazio.

Forse l'aspetto più importante del lancio di astronauti da parte di Space-X è che hanno realizzato cose molto difficili e soprattutto che sono riusciti a farlo in modo efficiente e a costi inferiori.

4.3.3. *Venture Capital e Start-up negli USA.*- Il campo spaziale è un terreno che, in quanto di per sé di frontiera, è fertile rispetto ad idee innovative. La *Space Economy* si estende ben oltre i confini dello spazio cosmico, impattando la vita di milioni di individui ogni giorno. L'innovazione non è solo visione, è un processo che richiede persone capaci di realizzarla con abilità manageriale, dalla costruzione del caso di *business* al posizionamento sul mercato, come sanno bene le tantissime *start-up* che vogliono portare sul mercato prodotti e servizi innovativi. La prospettiva è quella della *disruptive innovation*, prodotta da aziende che riescono ad intravedere quelli che saranno i futuri bisogni della società. Chi si accontenta di soddisfare la richiesta immediata del mercato è destinato prima o poi a segnare il passo. È già accaduto in passato e continuerà ad accadere, anzi, questi cambiamenti saranno sempre più veloci e spietati. Il ventennio della prima rivoluzione di Internet ne è l'esempio più lampante; le certezze finiscono quando le tecnologie che crescono in maniera esponenziale creano e distruggono grandi multinazionali nel giro di pochi mesi. La seconda rivoluzione di Internet ribalterà le filiere produttive industriali e promette nuovi, diversi equilibri: secondo McKinsey²⁶⁰, vale 5 trilioni di dollari. Una cifra notevole in cui il piccolo ma stimolante mondo spaziale deve trovare il modo di essere uno dei *driver* di sviluppo. Questo accadrà solo a una condizione: che ci si ponga di fronte la sfida dell'innovazione con l'energia e l'animo disposti a lasciare porti sicuri alla volta di una difficile traversata.

Gli Stati Uniti sono il Paese che raccoglie più investimenti per il settore dello spazio. Infatti, ha contribuito al 55% del finanziamento totale registrato nel 2019 che, tra l'altro, è stato destinato a società proprio con sede negli USA. Il singolo *round* di finanziamento più grande però proviene non dagli USA, ma dalla Cina; un dato poco sorprendente dal momento che la più grande "guerra spaziale" è oggi proprio tra queste due superpotenze.

In termini di settore industriale, circa il 75% dei *round* sono stati orientati verso il settore satellitare. Dal 2009 sono stati già investiti nel settore delle *start-up* spaziali circa 25,7 miliardi di dollari. La crescita è avvenuta soprattutto negli ultimi anni: sono state circa 535 le *start-up* che hanno ricevuto finanziamenti dal 2009, ma con la crescita del settore a livello internazionale questo numero dovrebbe aumentare.

²⁶⁰ McKinsey & Company è una multinazionale di consulenza strategica.

Secondo un rapporto di Bryce Space and Technology, una società di consulenza di Washington, lo scorso 2019 i *venture capitalist* hanno investito 5,8 miliardi di euro in 178 *start-up* legate al mondo dello spazio, un aumento del 38% rispetto all'anno precedente. Ciò rende il 2019 l'anno che, finora, ha ottenuto più investimenti privati per lo spazio. Mentre gli investitori hanno assunto partecipazioni in 135 *start-up* spaziali in tutto il mondo, secondo Startup Space²⁶¹ quattro delle più grandi imprese (le *start-up* Blue Origins, SpaceX, OneWeb e Virgin Galactic) hanno ottenuto quasi il 70% del finanziamento totale. SpaceX e Blue Origin da sole hanno raccolto circa il 41% degli investimenti (1,9 miliardi di dollari) nel 2019. Secondo il rapporto Jeff Bezos ha investito circa 1,4 miliardi di dollari nella sua azienda, raccogliendo il capitale vendendo azioni del più grande sito di *e-commerce* al mondo. Space-X non è rimasta molto indietro: la società ha raccolto poco più di 1 miliardo di dollari nel 2019 portando la valutazione dell'azienda oltre 33 miliardi di dollari. Per confronto, si ricorda che la società internet OneWeb Satellites, società londinese con numerosi uffici in USA, ha anche raccolto oltre 1 miliardo di dollari di investimenti, guidati da Softbank Group²⁶² e Grupo Salinas²⁶³.

Anche se gli investitori e gli imprenditori continuano a prevedere un rallentamento del settore, secondo il rapporto Bryce il 2019 non ha portato alcuna chiara prova di perdita di slancio. Infatti, tutti gli indici del 2019 sono stati superiori a quelli del 2018. Il numero di *start-up* che hanno raccolto fondi è salito del 34%, il numero di investitori è aumentato del 46%, il conteggio delle operazioni concluse è stato superiore del 36% e l'investimento totale è salito del 61%. Le aziende statunitensi hanno fatto la parte del leone nel 2019, ma l'attività di investimento è stata rilevante anche in altre parti del mondo; anzi, il 2019 è stato il primo anno in cui il numero di società non statunitensi che ricevono investimenti ha superato quello delle società statunitensi. Nonostante l'entusiasmo degli investitori per il settore, il rapporto evidenzia preoccupazioni sui profitti. Una piccola percentuale delle *start-up* spaziali finanziate negli ultimi anni sta producendo entrate ed è difficile dire se qualcuna di esse sia davvero redditizia.

²⁶¹ Startup Space è una *virtual community platform* che collega fornitori di servizi, sviluppatori economici, mentori, finanziatori e organizzazioni di supporto all'imprenditorialità.

²⁶² Si tratta di una holding finanziaria multinazionale giapponese con sede a Tokyo.

²⁶³ Si tratta di un raggruppamento aziendale formato nel 2001 da diverse società messicane.

Un altro elemento chiave del rapporto è il ruolo crescente delle agenzie governative. I governi hanno fornito contratti a molte delle grandi e piccole imprese: gli investitori privati hanno visto quei contratti come un timbro di approvazione.

Il rapporto Bryce discute anche il finanziamento cumulativo dal 2000 al 2019: nel corso di due decenni le *start-up* spaziali hanno ricevuto 27,8 miliardi di dollari, di cui 12,5 in capitale di rischio *early* e *late stage*, 4,6 miliardi di dollari in finanziamenti *seed*, 1,8 miliardi di dollari in *private equity* e 5,1 miliardi di dollari in finanziamenti di debito. Fusioni, acquisizioni e offerte pubbliche hanno fornito altri 3,8 miliardi di dollari. Se si fa riferimento all'attività di investimento nello spazio degli ultimi 20 anni, oltre il 60% di questa attività è avvenuta negli ultimi cinque anni.

Mentre l'ecosistema spaziale di *venture space* sta diventando maturo, una questione chiave diventa se l'industria spaziale e dei satelliti avrà un ruolo sempre più importante nell'economia e nelle nostre vite in futuro. La risposta sembra essere positiva.

SpaceX Starlink, i satelliti che nelle intenzioni di Elon Musk dovrebbero portare Internet ovunque ad un costo ridotto, sono ben noti. Si parla meno dei concorrenti, come OneWeb, che hanno le stesse intenzioni della società statunitense, ma con una minore esposizione mediatica, almeno fino a questo momento. OneWeb sta attraversando un periodo complicato a livello finanziario: parte della propria forza lavoro sarebbe stata licenziata mentre è stata richiesta la protezione fallimentare. In una nota ufficiale alla stampa, OneWeb ha annunciato di voler vendere la propria attività per poter massimizzare il valore della società. Attualmente sono presenti in orbita bassa 74 satelliti mentre a terra sono state realizzate o sono in fase di completamento 44 strutture per la loro gestione. L'impatto del Covid-19 sull'economia è stato pesante limitando le risorse degli investitori e determinando quindi problematiche di liquidità per la società. Nella crisi di OneWeb hanno giocato la sospensione delle attività per la pandemia e le successive incerte prospettive generali legate alla ripresa, ma, molto probabilmente, maggior peso ha avuto la crescita drammatica dei costi complessivi del programma in rapporto alla concorrenza rappresentata dal progetto Starlink. La società di Elon Musk gode di forme ben ragguardevoli di finanziamento, ma anche a livello tecnico il progetto sembra avere maggior consistenza.

L'interesse a creare costellazioni di satelliti per una copertura Internet globale è molto forte, tant'è che oltre a OneWeb e SpaceX

altre due compagnie più piccole stanno progettando le loro costellazioni: Swarm Technologies e Ubiquitilink, che puntano rispettivamente a creare costellazioni con meno di 200 satelliti.

Le *start-up* spaziali sono state colpite duramente durante la pandemia di Coronavirus, mentre il capitale di rischio si è ritirato. Il rallentamento economico causato da Covid-19 avrà implicazioni durature sul nuovo settore spaziale. Eppure gli USA non possono permettersi un altro decennio perduto di innovazione spaziale commerciale. Gli avversari stanno costruendo i loro ecosistemi spaziali, una delle poche aree in cui l'America stava ampliando il divario tecnologico prima della crisi. Essi stanno anche prendendo di mira le architetture spaziali statunitensi esistenti. Le imprese spaziali commerciali non sono una fonte importante di creazione di posti di lavoro o di prodotto interno lordo ed è per questo che il Congresso si trova ad affrontare la sfida di un salvataggio più sistemico. Esse sono, tuttavia, un motore dell'ingegno americano e forniscono capacità anche di sicurezza nazionale. Per questo motivo, il governo deve svolgere un ruolo nel garantire il loro successo a lungo termine. L'opportunità del mercato dello spazio commerciale è stata stimata nell'ordine dei miliardi entro il 2040. Questo ha attirato molti *venture capitalist* che volevano battere le già elevate aspettative di mercato dei loro investitori. Ora sono incentivati a uscire. Il capitale di rischio alimenta l'innovazione in cambio di ricchezza. È la proverbiale punta di diamante del capitalismo e non dovrebbe essere trattato come un capro espiatorio per il previsto declino del mercato spaziale. Senza di esso il "nuovo spazio" non sarebbe mai esistito e a tempo debito giocherà ancora una volta un ruolo fondamentale. Il Pentagono e la NASA sono perfettamente consapevoli delle sfide che le *start-up* spaziali devono affrontare oggi e propongono una serie di misure di emergenza. Questo potrebbe inavvertitamente sostenere le imprese che non sono destinate a sopravvivere. Nelle aree in cui l'accesso a modelli commerciali di *business* è inteso come una proposta di valore fondamentale, il governo dovrebbe evitare di ancorarsi permanentemente ad aziende che non raggiungono mai questa scala.

La crisi economica dovuta al Coronavirus renderà quindi la strada di molte *start-up* difficile. Se saranno fortunati, gli investitori in *venture capital* daranno loro un po' più di capitale per sostenerle e acquisire una maggiore proprietà dell'azienda. I *venture capital* sono entrati molto tardi nel settore *New Space* e probabilmente saranno i primi a ritirarsi perché non lo hanno mai capito completamente. La

verità è che molti investitori americani si stanno allontanando dallo spazio e si teme che acquirenti stranieri possano acquistare le aziende in difficoltà, questo perché punteranno verso modelli di *business* conosciuti e leggeri rispetto alle spese in conto capitale; il capitale di rischio per il settore spaziale è un disallineamento fondamentale. Ora queste *start-up* si trovano davanti ad una scelta: rischiare, continuando a seguire il Ministero della Difesa che dice loro di non accettare capitali stranieri, oppure cedere ad essi.

A titolo di esempio, Matthew Kuta, presidente e direttore operativo di Voyager Space Holdings, afferma che la crisi ha messo a nudo un fondamentale disallineamento tra gli investitori di *venture capital* e capitali focalizzati a realizzare profitti rapidi e ciò di cui le aziende spaziali hanno bisogno per avere successo, che è un impegno a lungo termine. Voyager Space Holdings è pronta ad aumentare gli investimenti nel settore spaziale. Finora ha acquisito la società robotica spaziale Altius Space Machines e ci sono diversi accordi in ballo. Kuta, il fondatore di questa società, ex pilota di caccia F-15 e laureato alla *US Air Force Academy*, ha trascorso del tempo a Wall Street in investimenti di *private equity* a Goldman Sachs. Essendo stato in quella parte del mondo degli investimenti, Kuta ritiene che i tradizionali modelli di capitale privato non siano adatti alle imprese spaziali, che hanno lunghi orizzonti temporali di ricerca e sviluppo ed elevate spese in conto capitale. Voyager fornisce quello che chiama "capitale permanente".

4.3.4. *Il supporto di NASA a SpaceX.*- Lo spazio "commerciale" ha cambiato l'accezione: invece di iniziare con un progetto dettagliato di ciò che un appaltatore deve costruire, la NASA ha stabilito il servizio che voleva. Per il "*carico commerciale*", la NASA cercava la consegna in orbita di alcune tonnellate di cibo, acqua, forniture ed esperimenti scientifici, ma non ha detto alle aziende private come farlo e le ha lasciate progettare i loro veicoli per soddisfare questa esigenza. La NASA ha pagato un prezzo fisso per questi servizi e in cambio le aziende mantengono la proprietà delle loro navicelle.

SpaceX, nata nel 2002 dall'idea del CEO di Tesla Motors Elon Musk, ha come obiettivo quello di creare tecnologie per ridurre i costi di accesso allo spazio, consentendo tra i tanti progetti la colonizzazione di Marte. Nel corso degli anni, l'azienda ha sviluppato diversi servizi di lancio destinati anche a rifornire la ISS. Nel 2008 SpaceX è stata la prima compagnia privata a lanciare e recuperare un veicolo spaziale e dal 2011 collabora con la NASA per il programma trasporto

equipaggi verso la Stazione Spaziale Internazionale. A maggio del 2012 la compagnia ha raggiunto il miliardo di dollari, di cui 200 milioni sono arrivate da *private equity*. Tra gli ultimi progetti, SpaceX è al lavoro sullo Starship, un mezzo che consentirà volo interplanetari e sbarchi su Marte con cifre per ora ipotetiche. A settembre del 2018, Musk ha presentato il primo passeggero che parteciperà al primo volo, un imprenditore miliardario giapponese che ha comprato tutti i posti disponibili per regalarli ad artisti che selezionerà nei prossimi anni per il progetto #dearMoon.

Secondo uno dei primi investitori di Tesla e SpaceX, Steve Jurvetson, Musk aveva calcolato che il denaro necessario per acquistare le materie prime per costruire un razzo erano solo il 3% dei prezzi a cui erano venduti i prodotti finiti. Usando la tecnica dell'integrazione verticale, principalmente per ragioni di costi, l'85% dell'intero sistema Falcon/Dragon è prodotto dalla SpaceX stessa e l'approccio modulare, preso dal *software engineering*, può ridurre ad un decimo i costi e beneficiare ancora di un margine commerciale del 70%. Un altro motivo per utilizzare l'integrazione verticale è che Musk si è reso conto che razzi riutilizzabili non potevano essere costruiti con componenti prodotti dai fornitori esistenti, quelli da cui tutte le altre compagnie si riforniscono.

Elon Musk è certamente un uomo dalle idee creative, dalla commercializzazione di viaggi spaziali privati a un super treno che coprirebbe la tratta Washington-New York in meno di mezz'ora, da una nuova ingegneria per la realizzazione di tunnel ad una nuova era per l'energia solare e le auto elettriche, come la Model 3 di Tesla. Per quanto le sue iniziative imprenditoriali tocchino diversi settori, hanno tutte una cosa in comune: nessuna di queste avrebbe ottenuto dei finanziamenti nel mercato del capitale privato, se non fosse stato per le massive sovvenzioni ricevute dal Governo degli Stati Uniti d'America: questo è stato per lui una garanzia.

Ricordiamo che SpaceX nasce come un'azienda di trasporto aerospaziale privata. Ha sviluppato il suo primo razzo vettore, il Falcon 1, e tre motori a razzo, Merlin, Kestrel e il Draco, interamente usando capitale privato. La SpaceX ha ricevuto dal governo degli Stati Uniti una parte dei fondi per lo sviluppo del Falcon 9, sta sviluppando il razzo vettore Falcon Heavy, il motore Raptor (un motore a metano) oltre a una serie di tecnologie per il riutilizzo di vettori con fondi privati. Nel 2006 Musk ha investito 100 milioni di dollari dal suo fondo privato nell'azienda, nel 2008 ha accettato un ulteriore investimento di 20

milioni dalla Founder Fund. Nel 2012 SpaceX ha gestito un totale di circa 1 miliardo di dollari nei suoi primi dieci anni di attività: di questi, 200 milioni di dollari provenienti da un *private equity* con 100 milioni investiti dallo stesso Musk e altri 100 milioni da altri investitori. Il resto è arrivato da acconti dei contratti a lungo termine COTS e Commercial Crew Development (CCDev)²⁶⁴, pagati in gran parte dalla NASA.

Uno studio pubblicato tre anni fa dal Los Angeles Times ha rivelato che solo tre delle imprese di Musk, SolarCity Corp (che produceva e installava sistemi di energia solare prima della sua fusione nel 2016 con Tesla Motors Inc.), Tesla Motors Inc. (che produce veicoli elettrici) e la Space Exploration Technologies Corp. (nota come SpaceX) hanno ricevuto 4,9 miliardi di dollari in sussidi governativi a quel tempo. Ormai, le varie imprese di Musk hanno preso un totale di oltre 5 miliardi di dollari dalle casse del Governo americano.

È nel 2008 che SpaceX ha firmato con la NASA un contratto impegnando i propri lanciatori Falcon 1 e Falcon 9. SpaceX, che con i propri lanciatori ha coperto tutti i requisiti richiesti dalla NASA per il servizio, si è aggiudicata il contratto Indefinite Delivery/Indefinite Quantity (IDIQ)²⁶⁵. Il valore di questo contratto era stato stimato tra i 20.000 e il miliardo di dollari.

Quindi, seppur innegabili le capacità visionario-manageriali di Musk, c'è sempre da tenere in conto che il suo successo è in parte dovuto alla fiducia accordatagli dai Governi americani che si sono succeduti in questi anni e dalla NASA in particolare. La Presidente della compagnia SpaceX Gwynne Shotwell, intervenendo alla NewSpace Europe Conference tenutasi in Lussemburgo nel 2017, ha espresso il desiderio di vedere una maggiore partecipazione governativa per lo sviluppo del nuovo vettore superpesante e della navicella ad esso associata. *«Vorrei anticipare che esistono ulteriori possibilità del nostro sistema a cui il governo potrebbe essere interessato. Anche se il programma di sviluppo è già totalmente finanziato, saremmo interessati a ricevere ulteriori finanziamenti da parte del governo per il Big Falcon Rocket (BFR) ed il Big Falcon Spaceship (BFS)»*. Il BFR e

²⁶⁴ Il *Commercial Crew Development* è un programma, composto da più fasi, atto allo sviluppo di tecnologie spaziali, e finanziato dal Governo statunitense e gestito dalla NASA. Lo scopo del programma è di incentivare lo sviluppo di veicoli con equipaggio di aziende private lanciati in orbita terrestre bassa.

²⁶⁵ Per il Governo federale degli Stati Uniti, l'IDIQ è un tipo di contratto che prevede una quantità indefinita di forniture o servizi per un determinato periodo di tempo.

il BFS, secondo la presentazione di Elon Musk tenutasi a fine settembre 2017 in Australia, saranno completamente riutilizzabili ed utilizzeranno i nuovi propulsori Raptor che SpaceX sta sviluppando anche con un finanziamento da parte dell'USAF. L'USAF ha difatti l'obiettivo di sostituire i vettori Delta IV e Atlas V e pertanto a gennaio 2016 ha assegnato a SpaceX un primo finanziamento di 33,7 milioni di dollari per lo sviluppo di Raptor, a cui è stato aggiunto successivamente un altro finanziamento di 16,8 milioni e, ancora dopo, altri 40,8 milioni. Da parte della sua compagnia, Musk ha investito nel progetto un totale di 122,8 milioni di dollari.

4.4. *I Capitali in Europa.*- Per quanto detto precedentemente, il modello della NSE è caratterizzato dal ruolo trainante di una serie di aziende che, inserendosi sul mercato spaziale, alimentano la competizione con tutte quelle imprese che compongono la tradizionale filiera del settore spazio (dai grandi integratori di sistemi, ai sub-sistemisti, alle PMI e ai fornitori di componenti e di servizi). Offrendo nuove opportunità di investimento con obiettivi di lungo termine, il modello imprenditoriale del capitale di rischio sembra essere in grado di fronteggiare spese a lungo termine senza la necessità di assicurare ritorni immediati. Almeno nella sua fase iniziale, questo modello imprenditoriale applicato allo spazio ha influito positivamente sul suo sviluppo, comportando l'espansione del mercato, l'innovazione dei processi e il progresso tecnologico.

Nel complesso l'aumento del numero degli investitori privati, insieme a quello di nuovi attori statuali²⁶⁶ (come le nuove potenze spaziali emergenti Cina, Giappone, India, Israele, ecc), ha comportato delle spinte evolutive per il settore che potrebbero presentare sia criticità sia nuove opportunità per le filiere tecnologiche e il mercato in Europa, nonché per il ruolo dell'UE nel settore spazio e sicurezza.

Nel presente capitolo sarà analizzata l'attuale situazione europea per il settore spaziale sia per quanto riguarda il segmento manifatturiero pre-commerciale dell'*upstream* sia per quanto concerne lo sforzo intrapreso dalle istituzioni per adeguare ai tempi e migliorare il segmento dei servizi a valle, il *downstream*.

Mentre per quanto riguarda il settore manifatturiero sarà presentata un'analisi anche quantitativa inerente l'occupazione ed il mercato,

²⁶⁶ Il termine "statale" si riferisce allo Stato in quanto organizzazione politico-giuridica. Di contro, il termine "Statale" fa riferimento allo Stato considerato sotto il profilo della sua funzione e competenza amministrative.

per quanto invece concerne il *downstream*, caratterizzato da un estremo e recente dinamismo, si è notata una carenza di dati pubblici e ciò impedisce di ottenerne un quadro statistico quantificabile. Tuttavia, è evidente la forte crescita in Europa di questo settore e la volontà, anche da parte delle istituzioni nazionali, di accelerarne il processo. Ne sono un esempio i due programmi Mirror Galileo e Mirror Copernicus, oggetto del Piano Strategico *Space Economy* che è stato promosso dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri per la definizione della politica nazionale italiana nel settore spaziale. Questi due programmi Mirror hanno l'obiettivo di valorizzare al meglio la partecipazione italiana ai programmi europei Galileo e Copernicus, considerati le due principali leve di sviluppo della *Space Economy* europea.

Per quanto riguarda l'Italia, innegabilmente la *leadership* per il settore *downstream* va alla Telespazio S.p.A.²⁶⁷, con la sua gestione di satelliti e di servizi di terra, e l'acquisizione e distribuzione di dati grazie alla sua partecipata (insieme all'Agenzia Spaziale Italiana - ASI) e-Geos S.p.A.²⁶⁸. Per quanto riguarda l'*upstream* ricordiamo le già citate Thales Alenia Space Italia²⁶⁹ (TASI), la OHB Italia²⁷⁰, la Altec²⁷¹ e la Sitael²⁷². Tuttavia, grande attenzione meritano anche le *start-up*.

Nelle pagine seguenti verrà inoltre ripercorso il passaggio dalla *Old Space* alla *New Space economy* nelle due grandi realtà europee che oggi si occupano di spazio: l'UE e l'ESA. Entrambe le organizzazioni, così diverse per statuto e per obiettivo, hanno immediatamente recepito la necessità di modificare il modello di *business* dello Spazio 2.0 che, seppur nato solo negli anni 2000, risulta già oggi obsoleto.

Seguirà poi un'analisi di dettaglio delle tendenze attuali nel nostro Paese, analizzando le strategie di sviluppo indicate dal Piano Strategico Space Economy del 2016 e le modalità di attuazione di questo nel Piano Triennale delle Attività dell'ASI, che sempre più punta allo sviluppo delle piccole e medie realtà regionali e locali per una sempre maggiore crescita del Paese.

Infine, nell'ottica dei capitali, sarà presentato un esempio di approccio europeo alle problematiche inerenti a spazio e sicurezza.

²⁶⁷ In Italia la Telespazio S.p.A. ha il suo quartier generale a Roma, ha una sede a Napoli e può contare sui suoi Centri Spaziali del Fucino (Abruzzo), di Gera-Lario (Lombardia) e di Scanzano (Sicilia).

²⁶⁸ La e-GEOS S.p.A. è presente a Roma e a Matera.

²⁶⁹ La TASI è presente a Torino, Milano-Gorgonzola, Roma e L'Aquila.

²⁷⁰ La OHB-Italia è presente a Milano.

²⁷¹ La Altec ha sede a Torino.

²⁷² La Sitael S.p.A. ha sede in Puglia, a Mola di Bari (BA)

4.4.1. *Il settore manifatturiero europeo: l'occupazione e il mercato.*- Nell'ultimo decennio molti Paesi hanno sviluppato capacità industriali nella produzione spaziale, che rimane oggi un'industria *high-tech* altamente specializzata, di dimensioni relativamente ridotte, ma con risorse umane altamente qualificate (la maggior parte dei lavoratori dell'industria spaziale ha un *background* scientifico e/o ingegneristico e possiede titoli di alto livello).

Tuttavia, una crescente economia spaziale globale non equivale necessariamente ad una crescita della forza lavoro. Ad esempio, negli Stati Uniti, nonostante le crescenti attività del settore nel 2017, le informazioni sull'occupazione nel 2016 hanno indicato continui cali. Stessa cosa è accaduto per l'India. Al contrario l'Europa, assieme al Giappone, ha continuato a registrare una crescita della forza lavoro nello stesso periodo.

Per quanto riguarda l'*upstream*, Eurospace²⁷³ fornisce un insieme di dati che ne illustrano molti aspetti importanti. Di seguito ne saranno analizzati alcuni.

L'industria manifatturiera spaziale europea, fornitrice di infrastrutture, è un settore strategico integrato nel più ampio complesso industriale europeo di Aerospazio e Difesa. Il settore opera all'apice della catena del valore spaziale e vede come suoi clienti i *provider* di servizi e le istituzioni pubbliche, a cui forniscono satelliti, *payload*, lanciatori e relativi sistemi di terra per il controllo e le operazioni.

L'industria manifatturiera spaziale in Europa è organizzata verticalmente ed è rappresentata da *large e medium system integrator* (i già citati Airbus, Arianegroup, Thales Alenia Space, OHB System) che forniscono *business* ad una vasta gamma di fornitori di *equipment* (sottosistemi, apparecchiature e componenti pronti per l'integrazione) e di servizi specializzati (a supporto della progettazione, integrazione e test del sistema). L'*upstream* europeo è altamente specializzato e con un grande giro di capitali, in un settore piuttosto di nicchia nonostante sia distribuito in tutti gli Stati membri e contributori dell'ESA. Tuttavia, i 6 principali Stati membri dell'Agenzia Spaziale Europea (i.e. Francia, Germania, Italia, Regno Unito, Spagna e Belgio) forniscono circa il 90% dell'occupazione nell'industria europea del settore.

²⁷³ Eurospace è un'organizzazione senza fini di lucro fondata nel 1961 che promuove sia lo sviluppo di attività spaziali in Europa sia una migliore comprensione dei problemi legati all'industria spaziale. I suoi membri sono i principali produttori del settore spaziale e i fornitori di servizi per il lancio.

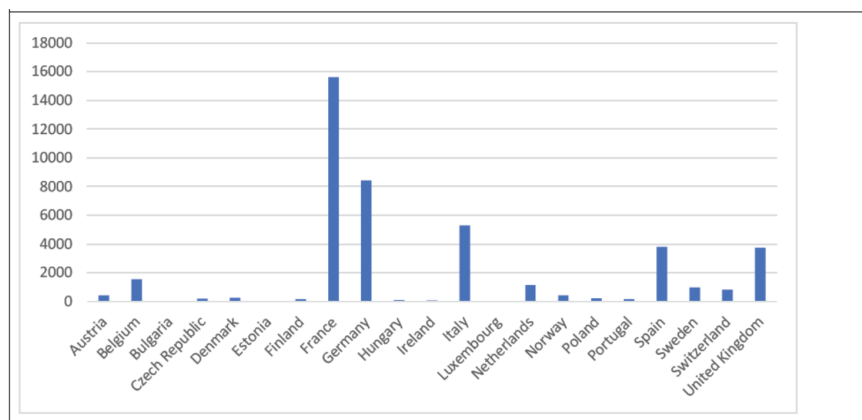


Tabella 4: L'occupazione nell'industria spaziale manifatturiera nel 2018 – Fonte: ASD EUROSPACE

Tramite *business unit*²⁷⁴ e/o *joint venture*, i quattro grandi gruppi industriali Airbus, Thales, Safran e Leonardo sono direttamente responsabili di oltre la metà dell'occupazione. Di conseguenza, le PMI rappresentano solo una piccola parte (meno del 10%) del totale occupazionale dell'industria manifatturiera spaziale. Ciononostante, questi piccoli attori sono molto comuni nel settore, anche se spesso fanno parte o sono di proprietà di una società più grande.

Come è evidente dalla tabella seguente, nel 2018 l'industria spaziale europea ha registrato vendite per 8.490 milioni di euro e ha impiegato un totale di 43.454 lavoratori, con un incremento nelle dell'occupazione rispetto all'anno precedente di circa 1.5%. La distribuzione dell'occupazione per età è piuttosto stabile e mostra una percentuale maggiore di dipendenti nella fascia di età 49-58 anni, con un'età media dei dipendenti intorno ai 44 anni e una qualche differenza di genere: solo circa un quinto dei dipendenti dell'industria spaziale sono donne.

²⁷⁴ Una *business unit*, che può essere costituita da una divisione, un reparto o semplicemente una filiale, identifica un'unità organizzativa autonoma di un'impresa preposta alla gestione di un particolare *business*.

Key figures employment (FTE) and sales (M€)	2016	2017	2018	Var.
Direct industry employment (FTE)	41302	42831	43454	1,5%
Other personnel working on site (FTE)	3025	2633	2915	10,7%
Total space industry employment (FTE)	44327	45465	46369	2,0%
Final sales (M€ current e.c.)	8169	8761	8490	-3,1%

Tabella 5: Dati occupazionali e di vendita relativi all'industria spaziale manifatturiera europea – Fonte: ASD EUROSPACE

Come mostra anche la figura sotto riportata, dopo una prima crescita delle vendite, il settore spaziale europeo ha affrontato un rallentamento (-3.1%) nel 2018, come conseguenza diretta del calo sia dei mercati commerciali sia delle esportazioni. Tuttavia, questo è stato parzialmente compensato dalla crescita del mercato istituzionale europeo, comunque quello principale dell'industria spaziale nel nostro continente. Difatti, le entrate del settore associate alla spesa pubblica europea sono cresciute dal 2009 grazie all'avvio dei programmi bandiera dell'UE (GMES/Copernicus, EGNOS e Galileo).

Per quanto riguarda l'occupazione nel settore, questa non sta ancora seguendo la stessa tendenza delle vendite. Anzi, continua a crescere, anche se non così velocemente come negli anni precedenti.

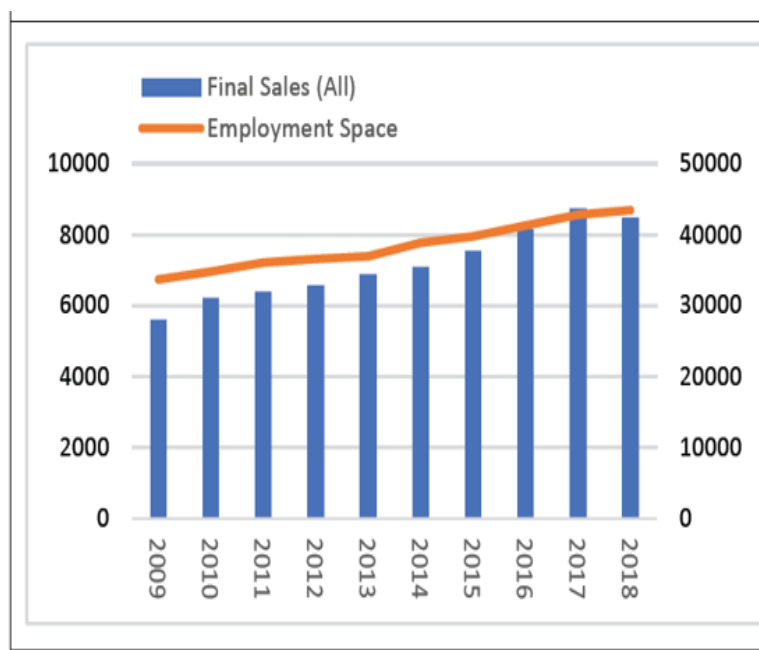


Tabella 6: Vendite dell'industria europea (M€ - a sinistra) e impiego (FTE - a destra) – Fonte: ASD EUROSPACE

Altra caratteristica dell'industria spaziale europea è che al fine di potersi garantire la fornitura di *item* critici, i grandi gruppi tendono ad estendere il loro controllo nella catena di approvvigionamento spaziale acquisendo fornitori (e concorrenti). Pertanto, il settore spaziale manifatturiero conta un numero piuttosto limitato di PMI indipendenti, con una distribuzione delle stesse per Paese più o meno coerente con l'importanza relativa delle nazioni nel settore spaziale (la maggior parte delle PMI si trova in Francia, Germania, Regno Unito, Italia e Belgio).

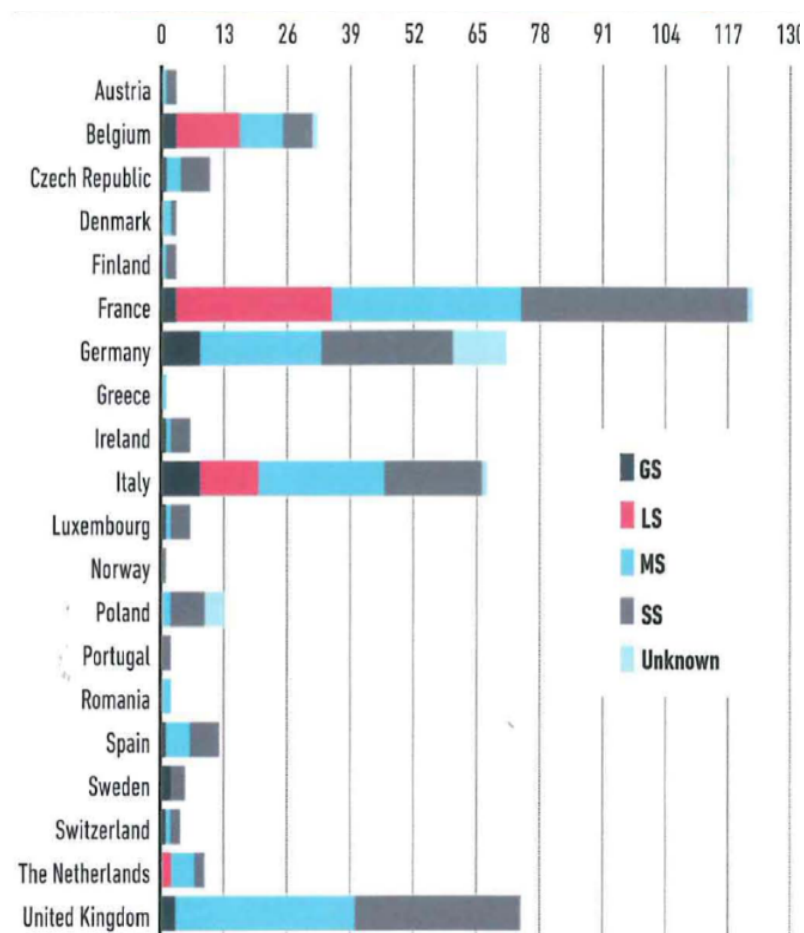


Tabella 7: Distribuzione per Paese europeo delle PMI nei settori Ground Segment, Launcher Systems, Manufacturing Support, Spacecraft Systems – Fonte: ASD EUROSPACE

Per quanto riguarda il mercato, l'industria spaziale europea ha accesso sia a mercati interni sia a quelli esterni all'Europa. In entrambi i casi, i sistemi spaziali sono venduti principalmente ad enti pubblici come Agenzie spaziali (oltre la metà delle vendite), ma anche a clienti privati, come operatori satellitari o di servizi di lancio. Nel complesso, nel 2018 i clienti europei (pubblici e privati) rappresentano l'83% delle vendite totali (80% nel 2017).

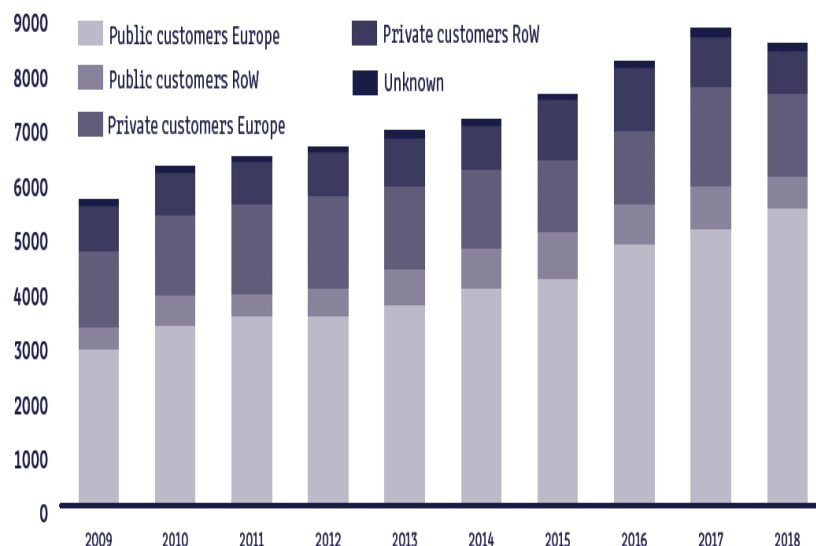


Tabella 8: Distribuzione delle vendite per principale segmento di mercato (M€) –
Fonte: ASD EUROSPACE

In particolare, il segmento di mercato interno istituzionale include le vendite ad Agenzie (ESA e Agenzie Spaziali nazionali), Commissione Europea, operatori satellitari di proprietà pubblica come Eumetsat²⁷⁵, istituzioni militari.

Per quanto riguarda invece il mercato di esportazione extra-europeo, questo è rivolto ad operatori satellitari privati di tutto il mondo (e.g. Eutelsat, Intelsat), operatori satellitari pubblici al di fuori dell'Europa (ad es. Arabsat, RSCC, Chinasat), operatori di servizi di lancio di proprietà privata in tutto il mondo (e.g. Arianespace), Agenzie (e.g. NASA) e istituzioni militari. Tuttavia, i clienti al di fuori dell'Europa sono quasi esclusivamente operatori satellitari commerciali: i sistemi e le parti satellitari (principalmente le telecomunicazioni) sono quindi i segmenti principali per le esportazioni.

Le vendite dell'industria spaziale europea possono anche essere suddivise in base alla natura civile o militare del sistema. Contrariamente ad altre potenze spaziali (USA, Russia, Cina), in Europa le applicazioni militari dello spazio interessano quasi esclusivamente l'area delle telecomunicazioni (e.g. sistemi Syracuse, Skynet, Sicral,

²⁷⁵ EUMETSAT è un'organizzazione intergovernativa con sede a Darmstadt, in Germania, con l'obiettivo principale di gestire la rete europea dei satelliti meteorologici.

Satcom BW) e del telerilevamento (e.g. Cosmo-SkyMed). Di conseguenza, le vendite di sistemi spaziali militari rappresentano solo una piccola parte delle entrate dell'industria spaziale del Vecchio Continente, anche perché ad oggi i programmi militari spaziali europei sono ancora organizzati a livello nazionale piuttosto che a livello europeo. In totale, le vendite di sistemi militari rappresentano 968 milioni di euro nel 2018, di cui 758 milioni di euro per vendite alle istituzioni militari in Europa.

Le vendite europee coinvolgono poi una vasta gamma di clienti, comprese ovviamente le principali Agenzie spaziali (gli appalti ESA rappresentano da soli oltre un terzo delle entrate del settore), e una vasta gamma di sistemi: veicoli spaziali scientifici, applicazioni satellitari e sistemi di lancio. Diversamente, i clienti al di fuori dell'Europa sono quasi esclusivamente operatori satellitari commerciali: i sistemi e le parti satellitari (principalmente le telecomunicazioni) sono quindi i segmenti principali per le esportazioni.

Storicamente gli enti pubblici (intesi come soggetti controllati dallo Stato o di sua proprietà) sono stati i soli clienti per i sistemi spaziali in Europa (e in tutto il mondo) e la tendenza è ancora oggi quella. Tuttavia, come già detto, la graduale privatizzazione di alcune aree specifiche dell'attività spaziale ha favorito lo sviluppo di clienti privati. Per il *downstream* uno dei primi è stato Telespazio (fondata nel 1961), seguito da Arianespace (fondato nel 1980), l'operatore europeo di servizi di lancio. Questo sviluppo è stato accelerato all'inizio del millennio con la privatizzazione di tutti i principali operatori satellitari di telecomunicazioni (Eutelsat, Inmarsat, Intelsat). Pertanto, se le vendite dell'industria spaziale europea sono per lo più associate a clienti pubblici (nel 2018 rappresentano il 71%) i clienti privati rappresentano una quota significativa, sebbene minore (pari al 29% delle vendite finali dell'industria).

Per quanto riguarda il mercato per sistema, quello verso clienti privati si concentra su due principali linee di prodotti: i grandi satelliti per telecomunicazioni geostazionari e i sistemi di lancio operativi per le operazioni a Kourou, in Guyana Francese. C'è tuttavia da aggiungere che dalla fine del XX secolo sono emersi due mercati commerciali secondari: le costellazioni di satelliti per comunicazioni mobili in orbita bassa e i sistemi commerciali di Osservazione della Terra. Molto recentemente sta emergendo un mercato commerciale di esportazione nelle aree della scienza e soprattutto nel segmento del volo spaziale umano.

Dopo l'ESA, le Agenzie spaziali nazionali in Europa rappresentano la quota maggiore delle entrate provenienti dai programmi istituzionali europei, con un valore di 838 milioni di euro nel 2018. La maggior parte di queste entrate è associata alle attività di CNES (Centre National d'Études Spatiales - Francia), DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt - Germania) e ASI (Italia). Va notato tuttavia che queste tre Agenzie spaziali civili gestiscono occasionalmente programmi per conto dei militari, come nel caso di Essaim (CNES / *Direction Générale de l'Armement*), Satcom BW (DLR / *Bundeswehr*), Cosmo-SkyMed e Athena-Fidus (ASI / Ministero della Difesa italiano). Nel 2018 il valore dei sistemi militari acquistati dalle Agenzie spaziali civili in Europa era di 10 milioni di euro.

Diversamente dal mercato istituzionale europeo, in cui come si è visto le vendite sono distribuite su un'ampia varietà di sistemi diversi, nel mercato commerciale le vendite sono concentrate su due tipi principali di sistemi: lanciatori (32%) e sistemi di telecomunicazione (45%). Vale tuttavia la pena notare che i sistemi di telecomunicazione sono il segmento più colpito dalla crisi del 2018, con un calo del 26% tra il 2017 e il 2018. Anche le vendite nel campo dell'osservazione della Terra hanno registrato un calo nel 2018, con una diminuzione del 21% tra il 2017 e il 2018.

Osservando la matrice delle vendite sotto riportata, è possibile notare che i vari segmenti di prodotto non sono associati alle stesse categorie di clienti.

M€	Launcher systems	Satellite applications	Scientific programmes	Ground systems & services	Other / Unknown systems	Total
Sales to ESA (incl. delegated EC programmes - GMES & Galileo)	710	1261	1066	519	36	3592
Sales to other European institutions (public)	39	980	105	628	87	1839
Sales to Public institutions RoW	2	377	73	109	32	593
Other/unknown European customers	4	22	5	50	24	104
Sales to European private operators	9	528	0	80	5	622
Sales to Arianespace	844	3	0	41	0	888
Sales Private satellite operators RoW	0	261	2	37	11	311
Sales of equipment and parts RoW	67	340	30	18	29	484
Other/unknown RoW customers	2	20	8	12	15	57
Total	1677	3792	1288	1493	239	8490

Tabella 9: Vendite per principale macro-segmento di prodotto e per cliente (M€) –
Fonte: ASD EUROSPACE

Per quanto riguarda le vendite per macro-segmento e per cliente riportate nella precedente figura, l'approvvigionamento dell'ESA si rivolge a tutti i segmenti di prodotto del settore, ma mantiene, come da suo mandato istitutivo, una marcata attenzione ai programmi scientifici e alle applicazioni.

Anche le vendite dei lanciatori si concentrano principalmente su due clienti principali, l'ESA (42% delle vendite dei lanciatori) e Arianespace (50% delle vendite dei lanciatori). Ciò è coerente con l'organizzazione delle attività di sviluppo e approvvigionamento dei lanciatori in Europa, dove Arianespace vende sistemi operativi di lancio, mentre l'ESA è responsabile delle attività di sviluppo e consolidamento dei lanciatori.

Le vendite di applicazioni satellitari (e.g. sistemi e apparecchiature per le telecomunicazioni, l'osservazione della Terra e la navigazione) sono distribuite in modo più uniforme tra una varietà di clienti in Europa e al di fuori dell'Europa. Ovviamente gli operatori satellitari in tutto il mondo (pubblici e privati) sono i clienti principali per questo segmento di prodotti.

Le esportazioni di attrezzature e parti (e.g. *payload*, attrezzature specializzate ecc.) rappresentano un importo considerevole (10% delle vendite totali di applicazioni satellitari).

Nel segmento dei sistemi e servizi di Terra, l'attività principale è localizzata con clienti istituzionali europei (77% delle vendite totali). All'interno di questo segmento, le vendite sono principalmente associate all'*hardware* e ai servizi dei centri di controllo a terra.

Se passiamo per un attimo ad approfondire la situazione nazionale, sintetizzata della seguente figura possiamo analizzare la suddivisione del bilancio dell'ASI tra i vari settori e come incide il finanziamento alle attività ESA sul totale.

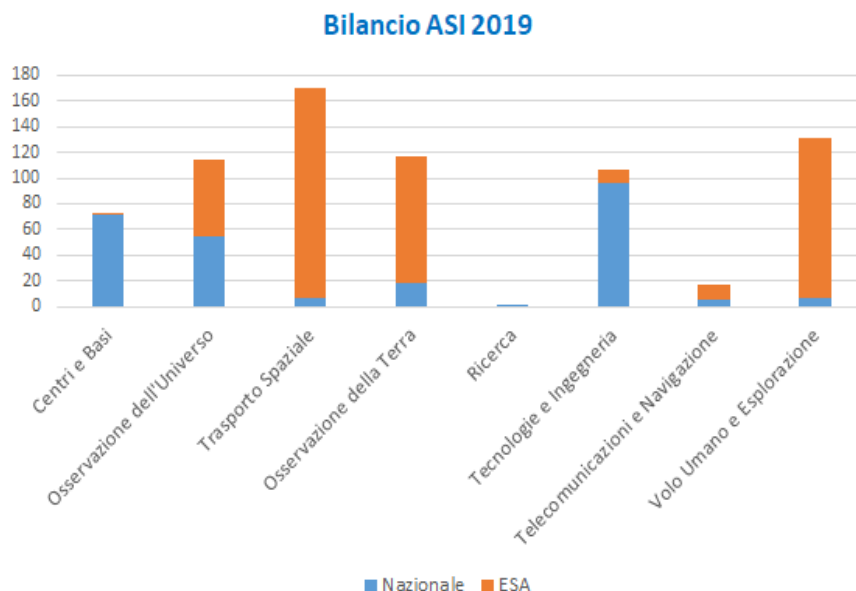


Tabella 10: Suddivisione del bilancio ASI tra i vari settori – Fonte: ASI

Dal grafico è chiaro come il maggior investimento viene fatto nel trasporto spaziale con una quota ESA predominante (soprattutto grazie a Vega). Passando ai soli investimenti nazionali, è invece l'attività di "Tecnologia ed Ingegneria" a richiedere la quota maggiore. Anche la valutazione di una analisi come questa richiede un'approfondita conoscenza delle condizioni nelle quali è stata effettuata; per alcune attività, infatti, vi potrebbero essere diverse assegnazioni, come nel caso ad esempio della realizzazione, qualifica e lancio di un nuovo satellite di *Earth Observation*, che potrebbe teoricamente essere assegnato sia al servizio di "Osservazione della Terra" (OT) che alle attività di "Tecnologie ed Ingegneria".

In conclusione, è chiaro come l'industria spaziale europea abbia accesso a mercati interni piuttosto ampi, anche se frammentati, ma che esporti anche i suoi sistemi al di fuori dell'Europa. In entrambi i mercati i sistemi spaziali sono venduti a una varietà di clienti, principalmente enti pubblici, ma anche a clienti privati e soprattutto operatori di servizi satellitari o di lancio.

4.4.2. *La Space Economy per l'Unione Europea.*- Con il Trattato di Lisbona, in vigore dal 2009, l'UE ha assunto la denominazione e la struttura attuale e ha introdotto, al Titolo 1, alcuni importanti cambia-

menti nella sua politica spaziale europea, conferendosi una competenza sullo Spazio condivisa con gli Stati membri e consentendole di elaborare una politica spaziale al fine di favorire il progresso tecnico, scientifico e la competitività industriale tramite l'attuazione di programmi.

All'art 172 bis, paragrafo 2 e 3, è riportato che: *“Il Parlamento europeo e il Consiglio, deliberando secondo la procedura legislativa ordinaria, stabiliscono le misure necessarie”* per l'attuazione di questi obiettivi e che a tal fine *“l'Unione instaura tutti i collegamenti utili con l'Agenzia Spaziale Europea”*.

Da allora, l'attività svolta oggi dalla Commissione Europea per conto della UE, è diventata sempre più ampia. Ormai l'Unione è a pieno titolo uno degli attori principali nelle attività spaziali europee tanto che, a partire dalla fine del 2019 e con l'insediamento dei nuovi Commissari Europei, è stata prevista una nuova direzione Difesa, Industria e Spazio.

Perché quindi una politica spaziale dell'UE? Obiettivo dei programmi spaziali dell'UE è quello di consentire ai cittadini di svolgere al meglio le proprie attività quotidiane utilizzando una serie di servizi che vanno dalla comunicazione per mezzo di nuove tecnologie, alla sicurezza nei viaggi, alla tutela dell'ecosistema del nostro pianeta. Puntando a questo fine, la politica spaziale dell'UE contribuisce a dare impulso all'occupazione, alla crescita e agli investimenti in Europa.

«Secondo ricerche condotte dalla Commissione Europea, l'economia spaziale europea, comprensiva del settore manifatturiero e dei servizi, impiega oltre 230.000 professionisti. Il suo valore, stimato a circa 50 miliardi di Euro nel 2014, rappresentava un quinto del valore del settore spaziale mondiale».

Nel periodo 2014-2020 l'UE ha investito complessivamente nel settore spazio più di 12 miliardi di Euro nella realizzazione di alcuni programmi, tra cui:

- 2 programmi bandiera
 - Galileo²⁷⁶ - EGNOS²⁷⁷, per circa 7 miliardi di Euro,

²⁷⁶ Galileo è il sistema globale europeo di navigazione satellitare che, con 26 satelliti in orbita e 3 componenti (*space segment*, *ground segment* e infrastruttura per i servizi - avviati nel 2016) fornisce dati di posizionamento globale estremamente accurati.

²⁷⁷ EGNOS è un sistema sviluppato dall'ESA, dalla CE e da EUROCONTROL (organizzazione intergovernativa duale a cui partecipano 41 Stati europei) e il cui scopo principale è di sviluppare e mantenere un efficiente sistema di controllo del traffico aereo a livello europeo, affiancando in questo impegno comune le autorità nazionali dell'aviazione civile (in Italia l'ENAC). Esso è in piena operatività dal 2011 e consta di 2 componenti

- Copernicus, per circa 4 miliardi di Euro²⁷⁸,
- Sorveglianza e tracciamento satellitare (*Space Surveillance and Tracking* - SST), per circa 170 milioni di euro.

Il ruolo dell'UE nello spazio sta comunque notevolmente crescendo sia in termini di programmi che in termini di investimenti. Difatti, per i precedenti programmi, a giugno 2018, la proposta di budget da parte della Commissione Europea (al Parlamento e al Consiglio) per il MFF²⁷⁹ 2021-2027 è stata pari a circa 16 miliardi di Euro, così distribuito:

- Galileo - EGNOS: circa 9,7 miliardi di Euro;
- Copernicus: circa 5,8 miliardi di Euro;
- SSA: circa 500 milioni di Euro;

In realtà, per quanto riguarda il budget, il Parlamento ha proposto che la dotazione finanziaria per l'attuazione del programma per il futuro sia fissata ad un importo superiore a quello stabilito dalla Commissione, vale a dire 16,9 miliardi di euro, suddivisi in maniera pressoché simile per l'attività EGNOS-Galileo e Copernicus, ma con un valore più che raddoppiato per SST e GOVSATCOM²⁸⁰.

Come accennato, questi aspetti finanziari devono ancora essere concordati nel contesto del prossimo quadro finanziario pluriennale. Difatti, gli unici articoli fuori da questo *common understanding* del nuovo programma spaziale per il periodo 2021-2027 sono stati quelli legati al budget e alla Brexit.

In questo scenario, la CE si sta concentrando ora su come utilizzare al meglio i dati spaziali raccolti, il cui potenziale si estende dal

principali: lo space segment, composto da 4 satelliti in orbita geostazionaria, e il ground segment, con più di 40 stazioni in tutta Europa. Il sistema ha funzione di geo-posizionamento ad alta accuratezza (al di sotto di 3 m).

²⁷⁸ Il *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES), ora ribattezzato Copernicus, è un'iniziativa dell'ESA e della CE creata nel 2001 e finalizzata a fornire, entro il 2021, la capacità all'UE di agire autonomamente nel settore della sicurezza e dell'ambiente tramite le rilevazioni satellitari. Copernicus, il più avanzato sistema di osservazione della Terra a livello mondiale, è costituito da 3 segmenti: *ground*, *space* e servizi. Con 7 satelliti Sentinel in orbita opera su 6 servizi: interferometria radar, osservazione ottica multi-spettrale, osservazioni oceanografiche e terrestri, monitoraggio geostazionario delle componenti atmosferiche, composizione chimica atmosferica, superfici dei mari e degli oceani a fini climatologici. Il 21/11/2020 SpaceX ha lanciato con successo la missione Sentinel-6A con un razzo Falcon 9. L'ESA ha la responsabilità del segmento spaziale del programma su finanziamento degli Stati membri UE.

²⁷⁹ Il *Multiannual Financial Framework* (il Piano finanziario pluriennale) rappresenta il bilancio comunitario, che ha una durata di sette anni. Ogni anno, Consiglio e Parlamento si accordano sul bilancio annuale per l'anno successivo in base ad una proposta della CE.

²⁸⁰ GOVSATCOM è il nuovo programma UE di comunicazione satellitare governativa.

settore pubblico a quello privato. È quindi il segmento di *downstream* e dei servizi che nell'UE si cerca attualmente di espandere, sviluppando ad esempio servizi per facilitare i soccorsi in località colpite da catastrofi naturali, migliorare l'agricoltura, rendere sicure le infrastrutture di trasporto ed energetiche, ecc.

Come è chiaro, seguendo la tendenza globale, anche la politica spaziale dell'UE per il periodo 2021-2027 sta cambiando. La concorrenza è in aumento, le attività spaziali diventano sempre più commerciali, con un maggiore coinvolgimento del settore privato, importanti cambiamenti tecnologici stanno riducendo i costi mettendo in discussione i modelli tradizionali del settore e, inoltre, la combinazione di dati spaziali e di tecnologie digitali comporta opportunità significative. In definitiva, questo può offrire molte possibilità imprenditoriali a tutti i paesi dell'UE.

Il nuovo programma spaziale dell'UE 2021-2027 è entrato in vigore con l'obiettivo di avvicinare sempre più lo spazio ai cittadini migliorandone la vita quotidiana, supportando lo sviluppo e il rafforzamento del comparto industriale europeo. La Commissione propone di riunire tutte le attuali e nuove attività spaziali in un singolo programma dell'Unione, che garantisca il mantenimento delle infrastrutture e dei servizi esistenti e introduca una serie di nuovi elementi:

- *Favorire un'industria spaziale forte e innovativa* - Il nuovo programma spaziale permetterà di migliorare l'accesso al capitale di rischio²⁸¹ per le start-up. Nel contempo la Commissione prenderà in considerazione la creazione di un apposito strumento di equity²⁸² mediante il programma InvestEU²⁸³. Il nuovo programma spaziale consentirà di creare partenariati per l'innovazione in modo da sviluppare e acquistare prodotti e servizi innovativi; faciliterà l'accesso delle start-up a strutture di sperimentazione e di prova; e promuoverà la certificazione e la normazione.

- *Mantenere un accesso dell'UE allo spazio autonomo, affidabile ed efficace sotto il profilo dei costi* - L'autonomia strategica del-

²⁸¹ Il capitale di rischio (o capitale sociale) è il capitale contribuito alla società da parte dei soci ed è indicativo delle risorse cui l'azienda può contare da parte dei propri azionisti. Viene anche detto tale poiché, in caso di cessazione dell'attività, una volta liquidato l'attivo vengono prima rimborsate tutte le passività secondo il loro grado di privilegio ed infine per ultimo il capitale sociale, che è quindi maggiormente a rischio.

²⁸² Si tratta di uno strumento di capitalizzazione delle iniziative private.

²⁸³ Per il prossimo bilancio a lungo termine dell'UE per il periodo 2021-2027 la Commissione propone di istituire il programma InvestEU, che riunirà in un unico programma i finanziamenti dell'UE in forma di prestiti e di garanzie.

l'Europa è particolarmente importante per quanto riguarda le infrastrutture fondamentali, la tecnologia, la sicurezza e la difesa. Dato che l'UE è il maggiore cliente istituzionale, la Commissione intende raggruppare la domanda dell'UE di servizi di lancio, fornendo investimenti e sostenendo l'utilizzo di tecnologie innovative come i lanciatori riutilizzabili, e contribuire all'adeguamento delle necessarie infrastrutture di terra.

- *Un sistema di governance unificato e semplificato* - L'UE garantirà che l'aumento degli investimenti finanziari sia sostenuto da un processo decisionale efficiente in modo che tutte le attività spaziali dell'UE siano attuate entro i tempi e con la dotazione di bilancio previsti. La Commissione continuerà a essere responsabile della gestione generale del programma. Data la sua ineguagliata esperienza, l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) intergovernativa resterà un importante partner per l'attuazione tecnica e operativa del programma spaziale dell'UE. L'Agenzia del sistema globale di navigazione satellitare europeo, che sarà ridenominata "Agenzia dell'Unione europea per il programma spaziale", offrirà un sostegno crescente per la valorizzazione sul mercato delle attività spaziali dell'UE e svolgerà un ruolo di maggiore rilievo nel garantire la sicurezza di tutte le componenti del programma.

Come è evidente, Il nuovo programma spaziale dell'UE 2021-2027 produrrà una serie di nuovi elementi compreso, da gennaio 2021, un'Agenzia spaziale propria, la *European Union Agency for the Space Programme* EUSPA, in sostituzione dell'attuale agenzia del GNSS europeo GSA, di cui si amplieranno il campo di azione²⁸⁴ e il budget (nel 2014-2020 pari a 4.291 milioni di euro)

Per quanto riguarda l'Italia, la nostra nazione partecipa a tutti i programmi UE, sia a livello istituzionale sia con la propria comunità scientifico-industriale, rispondendo ai bandi emessi dalla CE per ciascun programma e che sono intesi ad utilizzare i fondi della stessa Unione a complemento di quelli nazionali di ASI e di quelli dell'ESA, al fine sia di raggiungere gli obiettivi strategici sia di realizzare la più ampia sinergia.

L'Italia si è confermata un attore cruciale per lo sviluppo dei programmi europei avendo contribuito con lo sviluppo e la fornitura dei satelliti, realizzazione dei payload, operazioni, lanci, applicazioni e servizi, tecnologie abilitanti e proposte. Si calcola che il ritorno italia-

²⁸⁴ L'EUSPA gestirà, oltre che Galileo, anche Copernicus e Gvsatcom.

no medio rispetto ai programmi spaziali UE, ad oggi, sia pari a circa il 16%. Assumendo una contribuzione al budget UE pari a circa il 12,5%, si registra un sovra-ritorno di 4 punti percentuali. In questo scenario, grande rilievo ha l'azione dell'ASI per la quale l'importanza strategica dei rapporti con l'UE è richiamata proprio all'art. 2, paragrafo e), del suo Statuto costitutivo, secondo il quale l'Agenzia, nell'ambito delle sue missioni e obiettivi, "*promuove, sostiene e coordina la partecipazione italiana a progetti e iniziative dell'Unione europea nel campo spaziale e aerospaziale e ai correlati servizi applicativi*".

Dall'analisi presentata, è evidente come nell'Unione siano emerse crescenti aspettative riguardo la *Space Economy* e soprattutto nell'ambito del segmento *downstream*, ritenuto essenziale per favorire la crescita economica, la creazione di posti di lavoro e gli impatti positivi sulla società.

4.4.2.1. *Il Programma Copernicus per le Start-Up: esempio di impulso al segmento downstream.*- Nel 2016 la Commissione europea ha condotto uno studio su vasta scala al fine di esaminare l'impatto complessivo del programma Copernicus sull'economia europea e i suoi vantaggi per la *Space Economy*, in particolare il segmento *downstream*, e gli utenti finali. Il risultato dell'analisi ha dimostrato che Copernicus sta incentivando il settore europeo e che la disponibilità gratuita dei dati e dei servizi consente lo sviluppo di molteplici applicazioni commerciali. Ciò ha convinto ulteriormente la CE del fatto che, per massimizzare i vantaggi socio-economici apportati da Copernicus, è necessario un forte coinvolgimento delle imprese del segmento *downstream* e, in particolare, di privati, *start-up* e imprenditori. Per tale ragione la Commissione europea ha lanciato il programma "*Copernicus per le start-up*".

Concepito per promuovere proprio la creazione di *start-up* e la loro crescita, il programma affianca le imprese emergenti dallo sviluppo dell'idea commerciale fino alla sua completa commercializzazione. Il programma prevede quattro componenti: i "premi Copernicus", il "Copernicus Accelerator", il programma "Copernicus Incubation" e i "Copernicus AppCamp".

I "premi Copernicus" (620 mila euro in concorso per il 2020) sostengono la creazione di nuove idee commerciali e vengono assegnati nell'ambito del concorso "Copernicus Masters", una competizione internazionale che promuove l'adozione da parte dell'utente di applicazioni Copernicus. Ogni anno vengono premiate le migliori

soluzioni proposte da aziende, *start-up*, studenti, ricercatori, istituti di ricerca e sviluppo non universitari e consorzi, nonché individui e team che utilizzano i dati di osservazione della Terra. Unico requisito: età minima per la partecipazione di 18 anni. L'obiettivo è quello di spingere ad utilizzare i dati di osservazione della Terra per affrontare sfide globali come Covid-19, agricoltura, cambiamenti climatici e gestione delle catastrofi, nonché nei settori dell'apprendimento automatico e dei *Big Data*.

Il "Copernicus *Accelerator*" è volto ad accelerare l'adozione di Copernicus promuovendo lo sviluppo di applicazioni e prodotti spaziali commerciali innovativi. Il programma, riservato a società che risiedono o sono registrate in un paese partecipante al programma Copernicus e che utilizza o ha intenzione di utilizzare i suoi dati, offre per 12 mesi, un servizio di *coaching* per aiutare le *start-up* a trasformare le loro idee innovative in soluzioni commercializzabili.

I "Copernicus *Hackathon*" sono maratone informatiche in cui programmatori ed esperti del settore collaborano intensamente per sviluppare *software* basati su dati e servizi di Copernicus in risposta a problemi mondiali (ad esempio cambiamenti climatici, salute pubblica) e che permette di ottenere finanziamenti fino a 20 mila euro.

Il programma "Copernicus *Incubation*" sostiene invece le applicazioni commerciali più innovative e promettenti basate su dati e servizi Copernicus erogando ogni anno 50.000 euro a 20 *start-up* europee per finanziarne lo sviluppo in un incubatore a loro scelta. In tale contesto, la CE ha pubblicato un invito a presentare proposte volto a selezionare l'ente che sarà incaricato di organizzare il programma "Copernicus *Incubation*". Tale ente sarà responsabile di promuovere il programma, elaborare la procedura di domanda e organizzare la selezione aperta delle migliori *start-up* europee che beneficeranno dell'incubazione.

4.4.3. *La Space Economy per l'Agenzia Spaziale Europea*.- La "Convenzione istitutiva di un'Agenzia Spaziale Europea"²⁸⁵, all'art. 2, esplicita la missione dell'agenzia: "*Sostenere e promuovere per scopi esclusivamente pacifici la cooperazione tra gli stati Europei nella ricerca e tecnologia spaziale e nelle loro applicazioni.*" La missione dell'ESA mira quindi allo sviluppo delle capacità spaziali dei Paesi

²⁸⁵ La Convenzione è stata conclusa a Parigi il 30 maggio 1975, approvata dall'Assemblea federale il 22 settembre 1976 ed è entrata in vigore dal 30 ottobre 1980.

membri, garantendo che gli investimenti effettuati in campo spaziale continuino a produrre vantaggi e ricadute positive per tutti i cittadini europei, anche nel senso dell'occupazione, in quanto con i suoi progetti e lo sviluppo di tecnologie abilitanti l'ESA promuove le industrie europee. Difatti, con l'art. 13 della Convenzione, viene regolamentato il criterio di contribuzione finanziaria alle spese di esecuzione delle attività e dei programmi per i 22 Paesi membri dell'ESA²⁸⁶.

Tutte le attività dell'ESA rientrano in due categorie: obbligatorie (i.e. attività statutarie dell'ESA, il programma scientifico, gli studi per i progetti futuri, i programmi di ricerca tecnologica, programmi di formazione, etc.) e facoltative (i.e. di progettazione, sviluppo, costruzione, lancio, messa in orbita e controllo di sistemi di EO, telecomunicazioni, navigazione e progettazione, sviluppo, costruzione e gestione di impianti di lancio e di sistemi di trasporto spaziale, ISS e microgravità). Gli Stati membri contribuiscono ai programmi obbligatori e ai costi fissi dell'Agenzia con una scala di contribuzione costruita in base al loro PIL. Per i programmi opzionali, invece, gli Stati membri sono liberi di decidere sul loro livello di coinvolgimento, che deve essere superiore a un minimo prestabilito e dipendente dal PIL e sul quale si prevede un minimo di ritorno garantito (in media il 90% dichiarato, ma in effetti tra il 75% e 85% al netto dei vari costi e delle limitazioni sulla tipologia dell'attività, ad esclusione del *General Support Technology Programme* - GSTP²⁸⁷, che ha il ritorno intorno al 95%). Difatti, in ESA vige il principio del "ritorno geografico" in base al quale l'investimento di ogni Paese membro deve rientrare, per quanto possibile, nel territorio da cui è partito, in termini finanziari e di ritorno industriale. I programmi opzionali costituiscono quindi di fatto delle vere e proprie opportunità per le industrie dei singoli Paesi membri, che con la loro partecipazione possono non solo dimostrare le loro capacità di sviluppo di soluzioni innovative, ma anche avere concrete opportunità di mercato internazionale. A tal fine ESA opera sulla base

²⁸⁶ Oltre i 22 Stati Membri dell'ESA (Austria, Belgio, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Romania, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia, Svizzera e Ungheria), la Slovenia è Membro Associato, il Canada è Paese Cooperante, Bulgaria, Cipro, Croazia, Lettonia, Lituania, Malta e Slovacchia hanno firmato accordi di cooperazione (PECS - Plan for European Co-operating States) preparatori all'accesso in ESA. Il PECS è un piano quinquennale dell'ESA per la cooperazione teso allo sviluppo scientifico e industriale dei Paesi che sono entrati nell'Unione europea dopo il 2004.

²⁸⁷ GSTP è un programma dell'ESA ideato per consentire alle industrie spaziali europee di sviluppare tecnologie all'avanguardia.

di criteri di ripartizione geografica, ovvero investe in ciascun Stato membro mediante contratti industriali per i programmi e circa il 90% del bilancio dell'ESA è destinato a contratti con l'industria europea.

In alcuni settori l'ESA ha progressivamente acquisito una competenza tecnica estesa che le consente di gestire la complessità dei programmi spaziali, una *expertise* unica che viene messa al servizio di altre istituzioni. Difatti, l'Agenzia non solo gestisce programmi per dar seguito ai suoi obiettivi programmati, ma fornisce anche servizi di gestione tecnica e approvvigionamento ad altre entità. I casi più rilevanti riguardano la delega completa all'ESA di programmi e budget per l'implementazione conto di terzi. Questo è proprio il caso dei satelliti Copernicus, gestiti e acquistati dall'ESA per conto della CE, e del programma Galileo, in cui l'ESA assicura tutti gli appalti per conto della stessa Commissione. Allo stesso modo, l'ESA ha costantemente sviluppato e acquistato i satelliti meteorologici europei per conto di Eumetsat. Il grafico seguente mostra una serie storica della vendita delle *space industry*. Le vendite associate ai programmi Galileo e Copernicus, e quindi il contributo della CE ad ESA, spiega la crescita delle vendite ad ESA dal 2008.

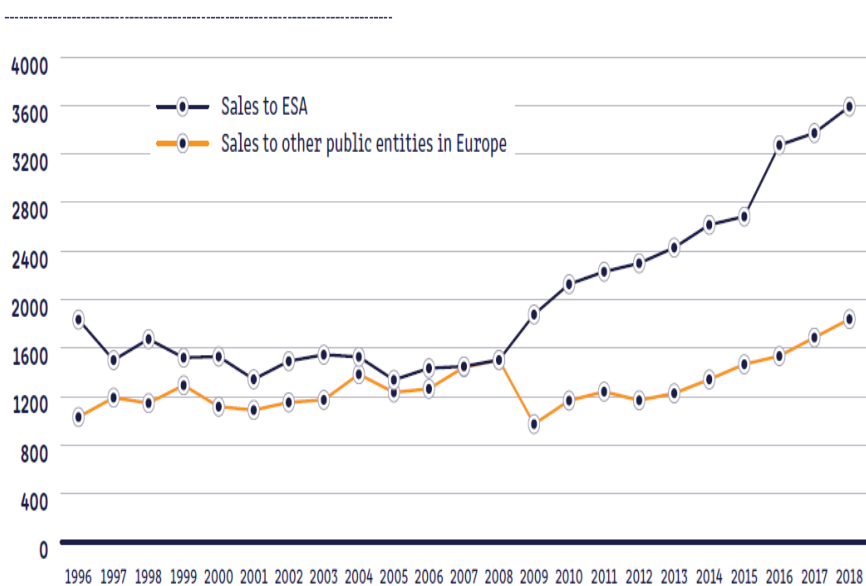


Tabella 11: Fig. 1: Serie storica delle vendite dell'industria Europea ad ESA e ad altri soggetti pubblici in Europa (M€) – Fonte : ASD EUROSACE

Non sorprende quindi che l'ESA, in quanto principale agenzia di sviluppo e approvvigionamento in Europa, sia ora il cliente più importante dell'industria spaziale europea, che nel 2018 ha realizzato ricavi da ESA per 3,6 miliardi di euro, di cui 624 milioni di euro derivanti da programmi delegati della CE e 162 milioni di euro delegati da Eumetsat.

Tuttavia, è interessante notare che l'ESA e altri clienti istituzionali in Europa non stanno acquistando dall'industria europea gli stessi tipi di sistemi. Per i sistemi di osservazione della Terra, solo apparentemente l'ESA è il maggior acquirente dell'industria europea. In realtà, nella figura sotto riportata sono considerati anche i *budget* delegati dalla CE per Copernicus e Meteosat²⁸⁸. In realtà, per l'osservazione della Terra l'ESA genera entrate paragonabili a quelle di tutte le agenzie nazionali. Ciò dimostra chiaramente che l'osservazione della Terra è ancora considerata un'attività strategica per alcuni Stati membri (soprattutto Francia, Germania e Italia) che investono di più in programmi nazionali rispetto a ciò che forniscono all'ESA. Per quanto riguarda invece le telecomunicazioni, notiamo una situazione ancora più eclatante, con i ricavi del settore derivanti dai programmi ESA inferiori a quelli dei programmi nazionali. Al contrario, alcuni rami di attività sono quasi completamente organizzati nel quadro dell'ESA, questo è il caso dello sviluppo del sistema di lancio, del volo umano (attività della ISS) e della scienza. A tal proposito si deve comunque sottolineare che tutti i *payload* scientifici sono realizzati direttamente dai singoli Stati membri e poi consegnati ad ESA per essere imbarcati sui satelliti. Anche l'analisi dei dati scientifici è interamente a carico degli Stati membri.

²⁸⁸ Il sistema Meteosat è una costellazione di satelliti artificiali meteorologici geostazionari gestita da EUMETSAT.

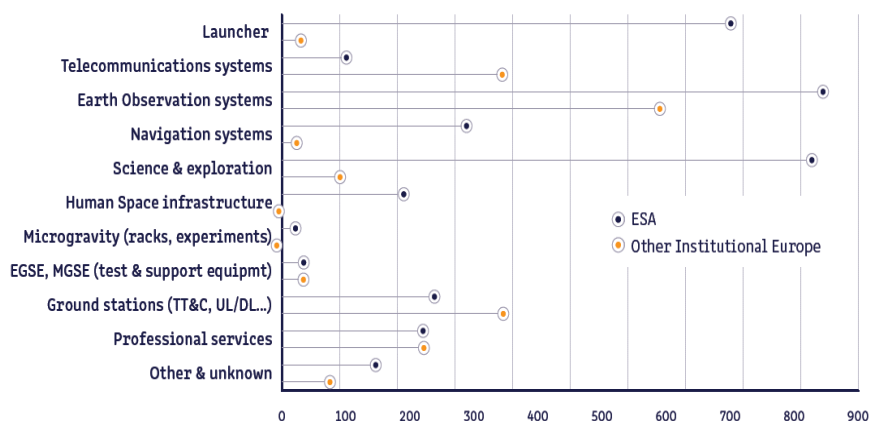
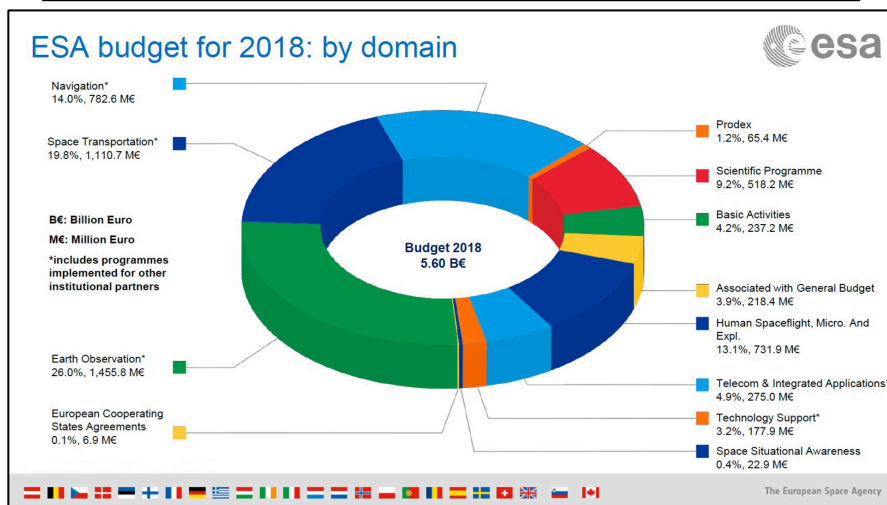
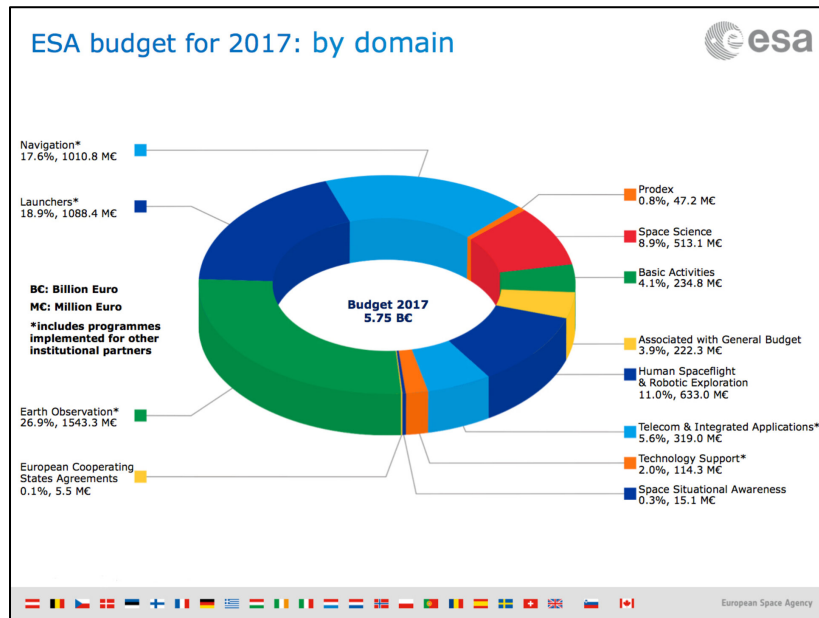


Tabella 12: Vendite dell'industria europea ad ESA ed ai clienti istituzionali europei, per sistema, nel 2018 (M€) – Fonte: ASD EUROSPACE

In sostanza, l'ESA può anche definirsi un'agenzia di appalto internazionale, che ha l'obbligo di gestire i suoi contratti industriali nella maniera più trasparente, imparziale ed efficiente possibile secondo le regole previste dall'ESA *Procurement Regulation*.

Con una struttura semplice ed agile, l'ESA pianifica e attua i suoi programmi guidata solamente da due organi principali: il Direttore Generale, con ruolo esecutivo e di rappresentanza, e il Consiglio, organo plenario dell'ESA che, di norma ogni tre anni, si riunisce alla presenza dei ministri degli Stati membri o/e dei loro delegati per approvare e sottoscrivere nuovi programmi. In particolare, le attività obbligatorie sono suggerite dal Direttore Generale e approvate dal Consiglio.

La figura seguente mostra a partire dal 2017 fino al 2019 il budget gestito da ESA, sia per conto degli Stati membri sia per conto dell'UE.



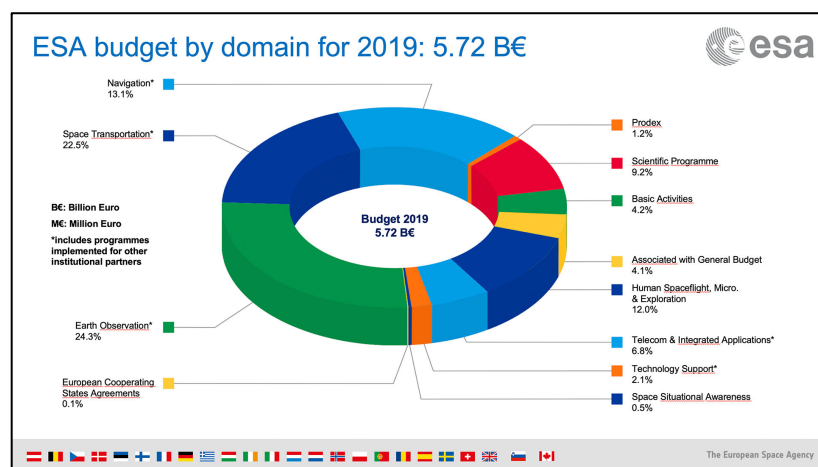


Tabella 13: Bilanci dell'ESA per dominio di attività nel triennio precedente il 2020
– Fonte: ESA

Tre programmi principali fanno la forza di questo bilancio. Grazie anche agli accordi con l'UE per i programmi Copernicus e EGNOS-Galileo e all'accesso allo spazio che i Paesi membri hanno presso la base di Kourou (i.e. sviluppo dei lanciatori Ariane e Vega), le maggiori attività ESA ruotano attorno ad osservazione della Terra, navigazione e trasporto spaziale²⁸⁹. Se nel triennio precedente il budget ESA è stato in media di 5.69 miliardi di Euro, nel 2020 questo valore è aumentato di circa 1 milione di euro.

²⁸⁹ La base di Kourou è sotto la totale giurisdizione francese, che è pienamente responsabile di garantirne anche la sicurezza attuata dalla Legione Straniera. L'ultima parola su qualsiasi lancio dipende dal Prefetto di Caienna per conto dello stato Francese.

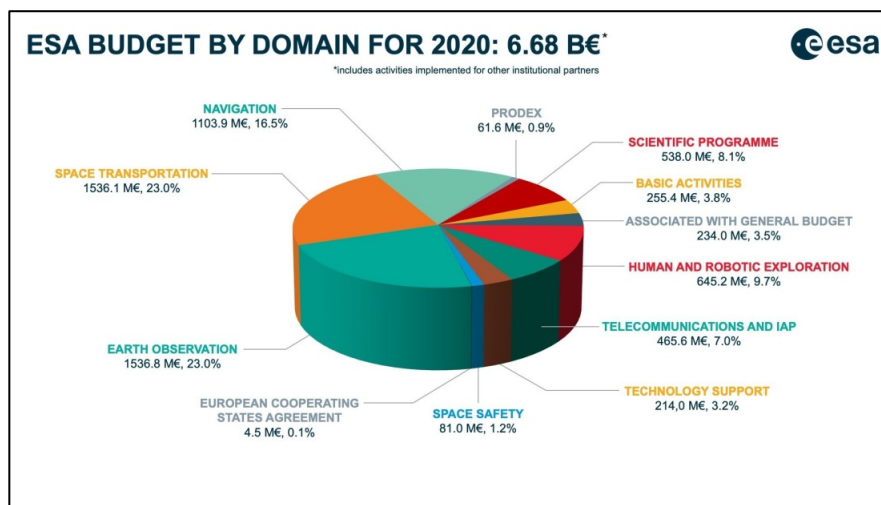


Tabella 14: Bilancio dell'ESA per dominio di attività nel 2020 – Fonte: ESA

La tendenza all'incremento dell'interesse nel campo spaziale è ancora più evidente se si guarda all'ultima riunione del Consiglio Ministeriale dell'ESA, SPACE19+, tenuto a Siviglia il 27 e 28 novembre 2019, con l'approvazione del piano per il futuro dell'ESA e dell'intero settore spaziale europeo.

Rispetto alla precedente ministeriale, quella del 2016, il budget complessivo allocato dagli Stati membri per i prossimi 5 anni è salito da 10.3 miliardi di euro a 14.4 miliardi di euro.

Per quanto riguarda i contributi dei singoli Paesi, la Francia (18.5%) ha visto il sorpasso della Germania (22.9 %) e si è registrato un significativo incremento dell'impegno italiano, con un investimento di circa 2.3 miliardi di euro in particolare sui programmi opzionali Vega, Space Rider, Space Safety – NEO, Esplorazione marziana e in orbita cislunare²⁹⁰. La nostra delegazione, guidata dal sottosegretario alla Presidenza del Consiglio Riccardo Fraccaro e composta dal presidente dell'Agenzia Spaziale Italiana Giorgio Saccoccia e dal segretario del Comitato interministeriale per lo spazio e aerospazio Carlo Massagli, con la sua sottoscrizione pari al 15.9% del contributo globale dei 22 Stati membri dell'ESA, ha confermato l'Italia come il terzo Paese contributore dell'ESA. La seguente tabella riporta, per il

²⁹⁰ L'individuazione delle priorità e delle scelte di investimento per la ministeriale sono coerenti con gli "Indirizzi di Governo in materia spaziale ed aerospaziale" della Presidenza del Consiglio.

prossimo quinquennio, la partecipazione finanziaria alla sottoscrizione totale per singolo contributo dei vari Paesi membri.

Contributor	Subscriptions in M€	Share per Contributor in %
Austria	190	1.3%
Belgium	816	5.7%
Czech Republic	150	1.0%
Denmark	128	0.9%
Estonia	9	0.1%
Finland	110	0.8%
France	2,664	18.5%
Germany	3,294	22.9%
Greece	84	0.6%
Hungary	97	0.7%
Ireland	81	0.6%
Italy	2,282	15.9%
Luxembourg	129	0.9%
Netherlands	345	2.4%
Norway	284	2.0%
Poland	166	1.2%
Portugal	102	0.7%
Romania	44	0.3%
Spain	852	5.9%
Sweden	244	1.7%
Switzerland	542	3.8%
United Kingdom	1,655	11.5%
Slovenia	5	0.0%
Canada	114	0.8%
Total Contributions	14,388	100.0%

Tabella 15: Partecipazione finanziaria alla sottoscrizione dei Paesi membri per la ministeriale SPACE19+ - Fonte: ESA

In aggiunta, l'infografica sotto riportata mostra la suddivisione del budget allocato per il prossimo triennio nelle varie linee di attività dell'ESA.

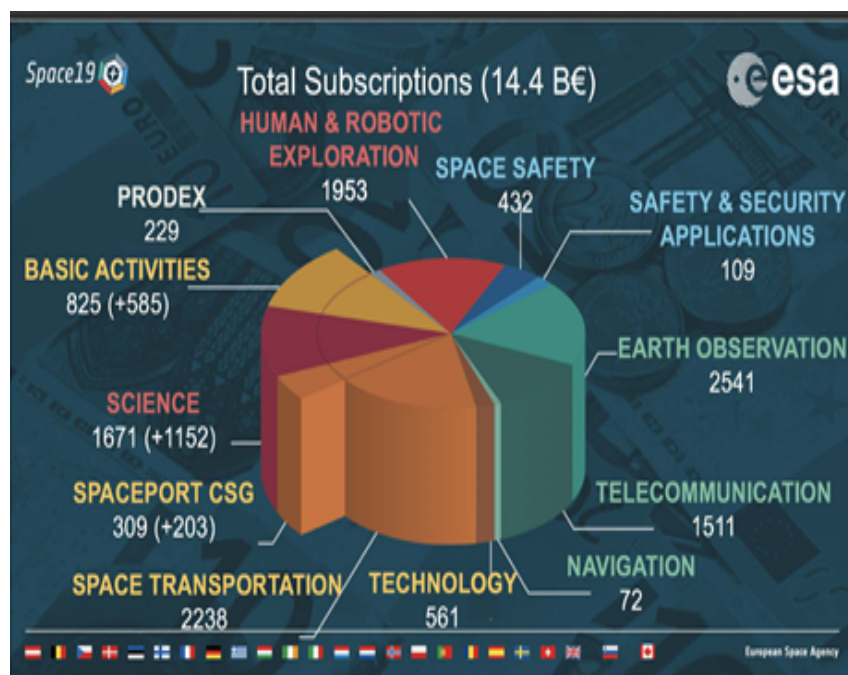


Tabella 16: Budget allocato per il prossimo triennio nelle varie linee di attività dell'ESA dalla ministeriale SPACE19+ - Fonte: ESA

Deve essere ben chiaro che con questa ventiduesima Ministeriale sono stati decisi non solo gli investimenti per i programmi di sviluppo, ma per la natura e l'entità dei programmi ESA, si sono delineati gli assetti programmatici ed industriali in Europa nel prossimo decennio.

Difatti, a beneficiare del più cospicuo finanziamento ESA è per lo più il settore dell'osservazione della Terra, cui andranno 2.542 miliardi di euro.

Come previsto dal principio del "ritorno geografico", quest'ultima Ministeriale porterà grandi opportunità di *business* all'industria italiana del settore. *Leader* indiscussa nel settore di OT e nella generazione di servizi mediante i suoi dati, l'Italia ricopre un ruolo di primo piano nella realizzazione dei componenti di *Copernicus*, la cui flotta di sette satelliti, le Sentinelle, è stata realizzata per la maggior parte all'interno di aziende nazionali quali Leonardo, Thales Alenia Space e Telespazio. L'esperienza maturata in questo campo consentirà all'industria italiana di incrementare la competitività nelle gare che verranno indette per lo sviluppo dei nuovi satelliti.

A ciò si aggiunge che, sebbene alla vigilia di Space19+ una parte della politica francese sembrasse pronta a fare pressioni affinché l'ESA abbandonasse lo sviluppo di una nuova generazione di lanciatori Vega (Vega E) per concentrare gli sforzi sul prossimo Ariane 6, con un contributo di 2,238 miliardi di euro la Ministeriale di Siviglia, ha sancito che i due programmi procederanno in parallelo, ritenendo entrambi i veicoli necessari per garantire all'Europa un accesso allo spazio sostenibile e vantaggioso. Tale decisione, insieme con il via libera al programma *Space Raider*, un mini *shuttle* automatico e riutilizzabile in grado di planare fino al suolo in fase di rientro, consentirà all'Italia di mantenere una *leadership* nel settore del trasporto spaziale. Ricordiamo che sia Vega che Space Raider sono infatti progetti italiani. Lo sviluppo, l'integrazione e parte della costruzione del lanciatore Vega E è di responsabilità di Avio, la realizzazione di *Space Raider* è coordinata da Avio e Thales Alenia Spazio con il contributo di altri nove Paesi.

L'Italia è anche presente nei campi della sicurezza e dell'esplorazione, per i quali la Ministeriale ha stanziato rispettivamente 432 milioni di euro e 1,953 miliardi di euro. È di produzione OHB Italia il telescopio *Flyeye*, che dal 2021 ricercherà *Near Earth Object* (NEO) e detriti spaziali potenzialmente pericolosi per il nostro pianeta.

L'industria italiana ha anche grandi competenze nel settore dell'esplorazione umana e robotica, per i quali la Ministeriale ha stanziato 1.953 miliardi di euro. Ricordiamo la costruzione dei moduli pressurizzati per la ISS, realizzati a Torino da Thales Alenia Space per conto e su contratto ASI, e la realizzazione, da parte della Leonardo e sotto la gestione dell'ASI, del *drill* a bordo del lander Philae della sonda Rosetta per l'analisi del suolo della cometa 67P (e in futuro verso Marte con il programma *Mars Sample Return*, che propone di riportare un campione di suolo marziano sulla Terra). In considerazione della decisione dell'ESA di aderire alle future missioni Artemis e Gateway verso la Luna e verso Marte (proprio con il programma *Mars Sample Return*), le capacità già dimostrate in ambiti simili consentiranno alle aziende del nostro Paese di sottoscrivere contratti per l'individuazione e lo sviluppo di soluzioni tecnologiche necessarie, come già successo ad esempio con l'International Habitat (I-Hab), la componente del Gateway che dovrà accogliere gli astronauti, la cui progettazione è stata affidata in parte alla sede torinese Thales Alenia Space.

In coerenza con gli investimenti dal punto di vista della scienza, con questa Ministeriale gli Stati membri sono stati invitati ad ap-

provare una serie completa di programmi innovativi. Con le missioni di Classe L, ovvero *large*, si punta a scoperte rivoluzionarie sul nostro sistema solare e sull'universo. Ad esempio, la missione JUICE verso i satelliti di Giove Europa, Callisto e Ganimede sarà la prima ad essere lanciata nella seconda metà del 2022 per verificare l'idea rivoluzionaria che questi satelliti ghiacciati possano rappresentare un ambiente potenzialmente in grado di supportare attività biotica per tempi lunghi, poi il telescopio per l'astrofisica delle alte energie Athena e quindi il rivelatore di onde gravitazionali LISA, composto da tre satelliti collegati via laser. A ciò si aggiunge che grande attenzione è posta nel fare scelte responsabili, finalizzate a garantire e proteggere il nostro pianeta. Difatti, la posizione di *leader* mondiale dell'Europa nell'osservazione della Terra sarà rafforzata con l'arrivo di 11 nuove missioni, in particolare affrontando argomenti legati al cambiamento climatico, all'Artico e all'Africa.

C'è stato anche uno sviluppo significativo con l'adozione della sicurezza spaziale come nuovo pilastro di base delle attività dell'ESA. Ciò condurrà a nuovi progetti nel campo della SSA/SST (e.g. la missione Hera in collaborazione congiunta con la NASA per testare le capacità di deflessione degli asteroidi).

4.4.3.1. *Il Programma dell'ESA per le PMI e le Start-Up.*- I prossimi anni vedranno anche l'ESA rafforzare le sue relazioni con l'Unione Europea e possibilmente aumentare la propria agilità organizzativa, efficacia ed efficienza. Particolare attenzione è dedicata allo sviluppo delle PMI e delle realtà industriali nei Paesi con meno esperienza nelle attività spaziali allo scopo di favorire una crescita delle competenze abilitanti.

Nell'ottica della NSE, anche l'ESA, fortemente motivata alla creazione della nuova catena del valore, contribuisce alle attività che trasformano la ricerca spaziale in innovazione industriale europea di successo. Come nel caso dell'UE, ciò è reso possibile incoraggiando l'imprenditorialità, fornendo una guida per le *start-up*, adottando nuove imprese e creando quindi posti di lavoro. In sintesi, la Ministeriale ha orientato ESA alla creazione delle condizioni necessarie per promuovere la competitività dell'ecosistema industriale, composto da grandi integratori di sistemi, PMI, *start-up* innovative, istituti di ricerca e sviluppo, università e fondi di investimento privati, che interagiscono tutti insieme per creare valore e nuove opportunità di mercato.

In quest'ottica l'ESA, traendo ispirazione anche dall'esperienza in altri settori industriali in tutto il mondo, sta puntando a:

- attrarre ulteriori fonti di investimento a complemento dei finanziamenti degli stessi Stati membri dell'ESA (e.g. cofinanziamento industriale e Banca europea per gli investimenti²⁹¹);
- sviluppare misure di finanziamento alternative (e.g. le ESA *Grand Challenge Initiative*²⁹²);
- stabilire il Partenariato Pubblico-Privato (PPP)²⁹³ di successo e rafforzare la propria competenza nell'impostazione di un nuovo schema di condivisione dei rischi (e.g. iniziative di partenariato commerciale per l'esplorazione);
- creare collegamenti tra settori economici nuovi ed emergenti e le capacità sviluppate nei programmi ESA;
- supportare l'integrazione dello spazio in altri settori industriali dell'economia creando un ecosistema di sviluppatori di applicazioni aperti agli utenti non spaziali (ad es. applicazioni aziendali);
- attrarre l'attenzione di attori non tradizionali e non spaziali (organizzando forum e seminari inerenti l'economia spaziale globale).

Come ulteriore esempio dell'attenzione di ESA alle PMI, ricordiamo un caso italiano: l'ESA *Business Incubation Centre* (BIC) Lazio. L'ESA BIC Lazio, che ha attualmente sede presso la ESRIN di Frascati, nasce nel 2005 all'interno del Programma di Trasferimento Tecnologico (*Technology Transfer Project* - TTP) dell'ESA per facilitare l'utilizzo di tecnologie e sistemi spaziali per applicazioni (prodotti e/o servizi) commerciali innovative. In particolare, il Programma comprende l'incubazione e il supporto finanziario delle *start-up* con l'obiettivo di aiutare imprenditori o ricercatori con idee innovative che intendano applicare tecnologie, *know how* e dati di derivazione spaziale in settori non spaziali. Possono presentare domanda all'ESA BIC aspiranti imprenditori, ricercatori, professori universitari e personale

²⁹¹ La Banca europea per gli investimenti (BEI) è l'istituzione finanziaria dell'Unione europea creata nel 1957, e ufficialmente fondata nell'anno seguente, con il Trattato di Roma, per il finanziamento degli investimenti atti a sostenere gli obiettivi politici dell'Unione.

²⁹² Si tratta di una serie di sessioni di *Innovation Exchange* in cui sono invitati esperti, ricercatori, aziende, *start-up*, allo scopo di fare emergere idee e soluzioni per alcune delle sfide attuali e future della società, siano esse tecniche, scientifiche o sociali, da sviluppare con il supporto dell'ESA, favorendo le sinergie incrociate tra ricerca spaziale e terrestre.

²⁹³ Il Partenariato Pubblico-Privato è una forma di cooperazione tra attori pubblici e i privati, con l'obiettivo di finanziare, costruire e gestire infrastrutture o fornire servizi di interesse pubblico.

tecnico di organismi di ricerca o di università (pubblici e privati) e imprese in fase di *start-up*, con non oltre 5 anni di vita.

La corsa allo spazio non si ferma, anzi riceve sempre maggior impulso, anche in periodi di crisi. Con l'obiettivo di formare le *start-up* nell'ottica di trasformarle nelle future PMI, nonostante la crisi Covid-19, ricordiamo che l'ESA ha lanciato l'ESA *start-up competition*, che mette in palio premi in denaro a partire da 100.000 euro.

Ricordiamo inoltre anche il Φ -lab dell'ESA, che ha la missione di accelerare il futuro dell'osservazione della Terra in Europa spingendo ricercatori spaziali e aziende ad adottare tecnologie e metodi innovativi. Attualmente si sta lavorando con intelligenza artificiale, piccoli satelliti, droni, dati di *imaging* iperspettrale e realtà virtuale ed in futuro si intende lavorare ulteriormente su argomenti come gli pseudo-satelliti ad alta quota (*High Altitude Pseudo Satellite* - HAPS)²⁹⁴ e tecnologie quantistiche. Φ -lab sta producendo software disponibile *online* come *open source*.

Anche da quest'ultimo esempio è chiaro che anche l'ESA, come l'UE, mira ad un forte coinvolgimento delle imprese del segmento *downstream* e degli imprenditori privati, anche piccoli.

4.5. *I Capitali in Italia.* - In linea con l'UE e l'ESA, anche l'Italia sta cominciando ad adottare e mettere in pratica il nuovo modello della *Space Economy* per organizzare la promozione e la crescita del settore. Nel nostro Paese sono presenti storicamente grandi eccellenze scientifiche e tecniche in campo spaziale e, come nel resto del mondo, si sta cercando di formare una coscienza collettiva sul tema dell'innovazione possibile attraverso le applicazioni spaziali, con ricadute e vantaggi per tutti i cittadini. Difatti, nel nuovo scenario dello "Spazio 3.0" anche le istituzioni hanno ben chiaro che è possibile allargare ricadute e benefici solo pensando ad un disegno circolare che, coinvolgendo anche il cittadino-utente, partendo dalle sue esigenze e raccogliendone i *feedback*, passi per l'intero sistema industriale e produttivo del Paese, migliorandolo e innovandolo.

4.5.1. *La filiera manifatturiera e dei servizi nell'industria spaziale italiana.* - Il nostro è un Paese dalla grande tradizione spaziale: fu grazie all'antenna di Telespazio alla Stazione del Fucino, uno dei

²⁹⁴ *High-Altitude Pseudo-Satellite* -HAPS è un dirigibile senza equipaggio che sorveglia la Terra dalla stratosfera e cioè in quella fascia di spazio in cui non operano né i satelliti né i droni.

quattro centri europei in grado di ricevere segnali TV via satellite da tutto il mondo, che le storiche immagini del primo sbarco sulla Luna ricevuti il 20 luglio del 1969 furono visibili in Europa.

Anche in Italia lo sviluppo delle capacità di *upstream* è iniziato secondo il modello *technology-push o capacity (curiosity)-driven*, dettato dalle esigenze istituzionali di ricerca scientifica, difesa ed esplorazione. Tuttavia, lo scenario ha sempre visto l'azione di più attori di governo della politica spaziale e aerospaziale nazionale, spesso non organica e coordinata, come la Presidenza del Consiglio, il Ministero dell'Istruzione Università e della Ricerca (MIUR) e gli enti da questo vigilati (tra cui l'ASI, le Università, gli enti e i centri di ricerca come CNR, INAF, INFN, etc.), il Ministero dello Sviluppo Economico, il Ministero degli Affari Esteri, il Ministero della Difesa, altri Ministeri "Grandi Utenti" (come quello delle Infrastrutture, Salute, il Dipartimento della Protezione Civile, le Regioni e le autonomie locali con presenza di aerospaziali, ecc.). Questi erano (e sono ancora oggi) tutti attori istituzionali diversi che agivano e in maniera parallela.

Attualmente la nostra è una delle pochissime nazioni al mondo a disporre di una filiera di prodotto completa nel settore spaziale:

- accesso allo spazio con il lanciatore Vega;
- satelliti e *payload*;
- *ground segment*.

Per il passaggio alla NSE è stato necessario superare questo modello della politica spaziale nazionale, basato quasi esclusivamente sull'*upstream*. Ciò è stato fatto non solo allargando lo sguardo verso i servizi di interesse per i cittadini, ma anche pensando sia ad un nuovo approccio istituzionale che puntasse ad un maggiore coordinamento tra le diverse Amministrazioni pubbliche²⁹⁵ sia ad una maggiore collaborazione tra imprese e centri di ricerca sia ad una maggiore collaborazione pubblico-privato. Pertanto, il nostro Paese ha dovuto puntare sullo sviluppo di nuovi servizi spaziali e sulla realizzazione di infrastrutture e tecnologie di supporto non spaziali, ma funzionali alla realizzazione dei servizi.

²⁹⁵ Ciò si è reso possibile con la legge 11 gennaio 2018, n. 7 e ss.mm.ii., entrata in vigore il 25/2/2018, «Misure per il coordinamento della politica spaziale e aerospaziale e disposizioni concernenti l'organizzazione e il funzionamento dell'Agenzia spaziale italiana», che ha istituito il Comitato interministeriale per le politiche relative allo spazio e alla ricerca aerospaziale (COMINT), presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, è individuato il Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri come delegato per le politiche spaziali e aerospaziali.

Il comparto spaziale nazionale è rappresentato dalle seguenti categorie di attori:

- circa 200 imprese;
- 10 Distretti Tecnologici localizzati nelle regioni italiane²⁹⁶;
- 1 *Cluster* Tecnologico Nazionale Aerospazio (CTNA)²⁹⁷;
- 3 Associazioni Industriali Nazionali: AIAD, AIPAS e ASAS²⁹⁸;
- la piattaforma Spin-it²⁹⁹;
- il Sistema della Ricerca, rappresentato da circa 60 nodi, tra Università/Dipartimenti e Centri di Ricerca.

Nel 2018 l'Italia, con un budget spazio istituzionale civile di 888 milioni di euro, ha realizzato un valore in produzione di circa 2 miliardi di euro, con un numero di addetti di circa 7.000 unità.

Recentemente è stato pubblicato il Catalogo Nazionale dell'Industria Spaziale Italiana "*Italian Space Industry 2019*", come ogni anno realizzato da ASI e dall'Agenzia per la Promozione all'Estero e l'Internazionalizzazione delle Imprese Italiane (ICE), in collaborazione proprio con le Associazioni nazionali AIAD, AIPAS e ASAS. Da un'analisi condotta sui suoi dati e come è possibile osservare dalla figura sotto riportata, risulta ancora una prevalenza del numero di imprese nel settore manifatturiero dell'*upstream* (intorno al 52%) rispetto al *downstream* (il rimanente 48%). Tuttavia, è evidente la tendenza di crescita del numero di imprese del segmento dedicato ai

²⁹⁶ I distretti tecnologici sono stati definiti nel 2002 all'interno del Programma nazionale per la ricerca del MIUR. Sono aggregati locali di imprese *high-tech*, costruiti per creare una rete concentrata geograficamente di imprese, università e centri di ricerca al fine di migliorare le capacità di innovazione e di competitività delle imprese che ne fanno parte.

²⁹⁷ Si tratta di un'associazione che aggrega tutti gli attori principali del sistema aerospaziale nazionale: grandi, medie e piccole aziende, Centri di Ricerca, mondo Accademico, Istituzioni Governative, Agenzie e Piattaforme nazionali, Federazioni di Categoria e Distretti industriali e tecnologici aerospaziali regionali. È il punto di sintesi e convergenza dei bisogni e priorità che questi hanno maturato negli ultimi anni alla luce dell'andamento del mercato globale e delle politiche settoriali a livello europeo ed internazionale.

²⁹⁸ La Federazione Aziende Italiane per l'Aerospazio, la difesa e la sicurezza (AIAD); l'Associazione per le Imprese per le Attività Spaziali (AIPAS); l'Associazione per i Servizi, Applicazioni e tecnologie ICT per lo Spazio (ASAS) presenti in Confindustria.

²⁹⁹ "SPIN-IT Space Innovation in Italy" è la piattaforma tecnologica nazionale dedicata allo spazio nata per promuovere l'innovazione e rafforzare la presenza italiana nei programmi europei e internazionali di ricerca applicata in questo settore. Si configura come struttura aggregativa organizzata che riunisce tutti gli operatori italiani industriali, scientifici, e istituzionali, per il perseguimento di specifici obiettivi in tema di innovazione e sviluppo, con particolare attenzione alla promozione delle competenze e degli interessi italiani in Europa e alla valorizzazione dei diversi attori (grande industria, PMI, università e ricerca, distretti) e delle loro possibili sinergie.

servizi rispetto all’ultima rilevazione del 2014, in cui la percentuale si attestava sul 34%. È da sottolineare comunque che sempre più spesso le imprese sono attive in entrambi i settori della catena del valore dello spazio.

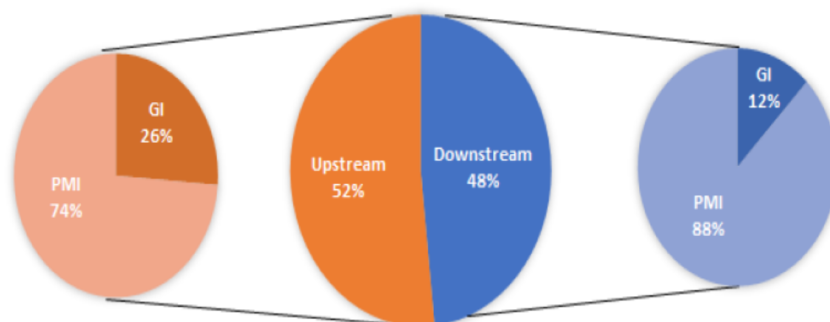


Tabella 17: Struttura del comparto industriale nazionale (elaborazione dal Catalogo Nazionale dell’Industria Spaziale del 2019 su dati 2018) – Fonte: piano triennale attività ASI 2020-2022

Sempre dal Catalogo emerge che circa l’80% delle imprese sono PMI e per il restante 20% si tratta di grandi imprese, tra le quali i Large System Integrator. Poiché il Catalogo non annovera tutte le 200 imprese stimate del comparto (la sottoscrizione al Catalogo è su base volontaria), ma comprende tutte le grandi imprese del settore, si ritiene che la percentuale di PMI, non tutte presenti, sia compresa tra l’80 e il 90% del totale del numero di imprese del comparto. Inoltre non contiene le Università, e gli Spin-Off universitari, e gli Enti di ricerca che hanno capacità produttiva.

Per quanto riguarda la distribuzione geografica, su circa 200 industrie del campo presenti in Italia queste sono particolarmente concentrate nelle regioni Lazio, Piemonte, Lombardia, Campania e Puglia. È da evidenziare che quasi 1/3 dei nuovi occupati nel settore è localizzato proprio nel Mezzogiorno ed in particolare nella regione Puglia, che ha evidenziato nell’ultimo decennio un grande sviluppo delle attività nel comparto spaziale. Ricordiamo che questa regione, oltre ad essere sede di imprese attive sia nel segmento *upstream* che *downstream* (ad esempio la già citata SITAEL S.p.A e la Planetek Italia Srl, che ha sede a Bari) sarà anche sede di uno spaziorporto per i voli suborbitali a Grottaglie, in provincia di Taranto.

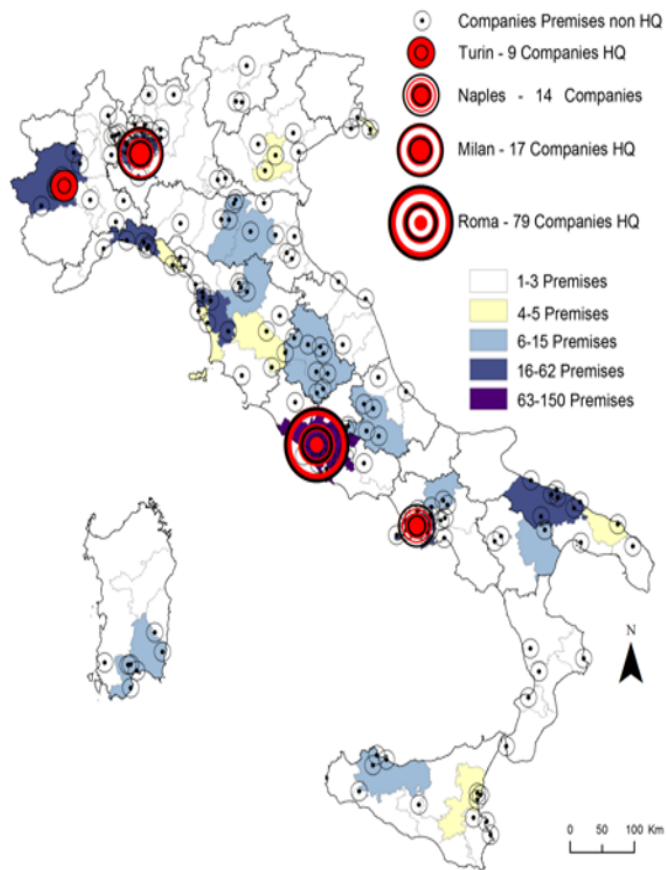


Tabella 18: Distribuzione geografica dell'industria spaziale nazionale (sedi legali e operative) – Fonte: piano triennale attività ASI 2018-2020

Come si evince inoltre dalla tabella seguente, stiamo assistendo a un *trend* positivo nel numero degli addetti al settore per quanto riguarda la PMI, ciò grazie anche al coinvolgimento di queste in vari di bandi ASI, ESA e UE.

Imprese	2014	2015	2016	Incremento % nel triennio
Grandi	5604	5718	5692	2%
PMI	476	543	578	21%
Totale	6080	6261	6270	3%

Tabella 19: Numero di addetti italiani nel settore spaziale – Fonte: piano triennale attività ASI 2020-2022

Nel contesto italiano, è anche da rilevare la volontà istituzionale di rafforzamento dell'intero comparto. In tal senso si evidenzia il ruolo svolto dalle Regioni, che hanno aderito a queste linee di indirizzo istituzionale soprattutto per quanto riguarda il segmento *downstream*. Le PMI giocano un ruolo essenziale in questo senso. Partendo dallo sviluppo di servizi per l'utenza sempre più avanzati, con le loro attività incentivano le innovazioni tecnologiche e lo sviluppo di nuove e più avanzate infrastrutture spaziali da parte dei LSI, in una logica inversa rispetto a quella storica del *technology push* o *capacity driven*.

4.5.2. *Il posizionamento nazionale per l'istituzione: il Piano Strategico Space Economy.* - Al fine di definire le linee strategiche in grado di consentire all'Italia la trasformazione del settore spaziale nazionale in uno dei motori della nuova crescita, la Presidenza del Consiglio dei Ministri ha istituito nel 2014 una “Cabina di Regia Spazio” per la definizione della politica nazionale spaziale. Al suo interno collaboravano tutti i ministeri cui si rivolge la *Space Economy*, insieme a Regioni, enti di ricerca, università e industria. La Cabina di Regia ha definito nel 2016 il “Piano Strategico Space Economy”.

Il Piano integra le politiche di sviluppo dei territori con la politica spaziale nazionale, rispondendo con ciò anche alla richiesta della UE di programmare i fondi strutturali sulla base di una strategia nazionale basata su una catena del valore unica e integrata, che vada dalla ricerca alla produzione. Si tratta pertanto di un documento di analisi e sintesi tra la nuova politica spaziale UE (ed ESA), lo stato di sviluppo del settore spaziale nazionale e le possibili opportunità di crescita della *Space Economy*.

Il Piano parte da un'analisi in cui mette a confronto alcuni dati sintetici di caratterizzazione e posizionamento della *Space Economy*, a livello mondiale, nazionale ed europeo. In essa sono rappresentati:

- la composizione percentuale del Valore di Produzione (VDP) nel 2013 rispetto al mercato di origine della domanda, istituzionale o privata, ed alle due macro aree di produzione, dell'*upstream* e *downstream*;
- il rapporto tra VDP da mercato privato e VDP da mercato istituzionale;
- la percentuale del VDP mondiale *space economy*, attribuibile al sistema produttivo del singolo Paese.
-

Paese	Valore della produzione 2013 (VdP) (Mld euro)	% VdP da Mercato istituzionale	% VdP da Mercato privato		(VDP da Merc. Priv.)/ (VDP da Merc.Ist.)	VDP naz./VDP globale (%)
			upstream	downstream		
Mondo	280	25	38	37	3	100
Italia	1,6	60	20	20	0,66	0,6
Francia	6	40	40	20	1,5	2,1
UK	15	10	20	70	9	5,3
Germania	6,6	40	40	20	1,5	2,3

Tabella 20: Dati sintetici di caratterizzazione e posizionamento della Space Economy – Fonte: Handobook on measuring the Space Economy

Particolarmente interessante risulta la comparazione dei valori assunti per ciascun paese dal rapporto tra VDP da mercato privato e VDP da mercato istituzionale.

Rispetto ad una situazione mondiale cui corrisponde un valore di leva 3, dato dal rapporto tra VPD da mercato privato e VPD da mercato istituzionale, l'Italia appare in ritardo. Di particolare interesse è il caso del Regno Unito, che con un valore della leva pari a 9 si trova già proiettato in un'ottica di "Spazio 4.0". Difatti, già dal 2013 il Regno Unito aveva uno specifico programma di sviluppo con l'obiettivo di raggiungere la quota del 10% del mercato mondiale della *space economy* al 2030. Altrettanto sorprendente è osservare quanto nel Regno Unito la percentuale di VPD da mercato privato del *downstream* sia largamente prevalente rispetto all'*upstream*. Ciò non

stupisce in quanto nel Regno Unito l'avvio della NSE è legato alla diffusione di una notevole quantità e varietà di nuovi servizi a valore aggiunto, principalmente sviluppati e gestiti da PMI, derivante dalla applicazione delle tecnologie satellitari ai settori ed ai mercati non spaziali. A tal proposito va anche ricordato che nel Regno Unito si è recentemente avuta una forte spinta politica verso le Università affinché diventassero produttrici di reddito. Conseguenza di ciò è stata la crescita del numero di spin-off, anche dovuta all'introduzione di una maggiore agilità legislativa e di tassazione agevolata finalizzata proprio alla creazione di nuove aziende e che, fino alla Brexit, hanno spinto molti piccoli attori industriali a "emigrare" nel Regno Unito.

Per quanto invece riguarda l'Italia, nel 2013 il peso del VDP della *Space Economy* nazionale su quella mondiale è stimabile intorno allo 0,6% ed è quasi interamente derivante dall'*upstream*, tra istituzionale e privato, quantificabile in circa l'80% del valore complessivo, ovvero 1,28 miliardi Euro.

Partendo dai valori di questi indici al 2013, corrispondenti ad una *space economy* ancora largamente da sviluppare, il Piano ha analizzato diversi possibili scenari e regimi di arrivo per una completa innovazione del settore al 2030. Per ogni scenario è stato valutato un inviluppo economico complessivo al 2020 ed al 2030, nonché un'allocazione di massima delle risorse tra le due voci delle politiche spaziali istituzionali ordinarie e di quelle di recente ingresso del mercato privato, relative sia alla produzione dei nuovi beni comuni.

In uno di questi scenari, il Piano si pone l'obiettivo di portare il valore di leva nazionale al 2030 pari a 3, cioè pari al valore della leva mondiale al 2013, con un peso del *downstream* oltre il 50%. Da uno sguardo all'andamento del mercato ad oggi, questo obiettivo sembra pienamente raggiungibile.

In quest'ottica, è il mercato istituzionale che deve avere un ruolo fondamentale mediante una domanda qualificata sia di infrastrutture che di prodotti e servizi. Solo così si potranno creare le condizioni necessarie per favorire degli investimenti privati.

Partendo da questa base, la strategia prevista nel Piano suggerisce di:

- dare continuità ai tradizionali canali d'intervento della politica spaziale, rafforzandone nel tempo la dotazione finanziaria;
- allargare le finalità istituzionali delle politiche spaziali fino a ricomprendere nel loro perimetro la produzione dei nuovi beni co-

muni, oltre a quelli tradizionali della ricerca e della difesa, cui le tecnologie spaziali possono efficacemente contribuire;

- promuovere investimenti aggiuntivi, sia pubblici che privati, che agiscano nel modo più diretto possibile sulla leva di ricaduta delle politiche spaziali nazionali sul mercato privato, ovvero sui meccanismi di trasferimento ed applicazione delle tecnologie spaziali negli altri settori produttivi e viceversa, soprattutto, in nuovi mercati di beni e servizi, nella logica tipica del segmento Downstream.

Inoltre, al fine di traghettare l'Italia della Space Economy nella New Space Economy, il Piano propone di affiancare ai tradizionali strumenti delle politiche spaziali, destinati a sostenere con risorse pubbliche i programmi nazionali, gli impegni in ambito europeo e la competitività della filiera industriale. Difatti, la strategia propone:

- investimenti istituzionali di ricerca, attraverso la dotazione di budget ASI, per i programmi nazionali e la partecipazione ai progetti dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA);

- investimenti dell'Amministrazione Difesa per le capacità di osservazione della Terra e comunicazione, spesso nel quadro di iniziative duali;

- programmi di sviluppo tecnologico finanziati dal MISE con la legge 808/85;

- il finanziamento, per il tramite del contributo al bilancio comunitario, dei programmi di promozione delle attività spaziali sviluppati dalla Unione europea, sia sul versante delle grandi infrastrutture abilitanti per la Space Economy (Galileo, Copernicus, Space Surveillance and Tracking), sia in ambito H2020³⁰⁰;

- programmi regionali per ricerca e sviluppo.

Per una effettiva transizione, l'idea è quindi quella di passare dall'utilizzo prevalente di risorse pubbliche, a quello paritetico e poi prevalente di risorse private. Fondamentale, in questo passaggio, risulta la capacità di integrare anche le risorse e le forze delle Regioni interessate alle ricadute sui loro territori, operando principalmente attraverso il cofinanziamento di iniziative spaziali concordate congiuntamente.

A tal fine il Piano indica di favorire l'avvio di meccanismi di attivazione economici del *downstream*. «Attorno alle competenze operative degli end user istituzionali titolari della produzione di un bene pubblico possono nascere dei soggetti-Agenti di sviluppo della

³⁰⁰ *Horizon Europe* (HEU) è il prossimo Programma Quadro Europeo per la Ricerca e l'Innovazione per il periodo 2021-2027, che succederà ad Horizon 2020 (2014-2020). *Horizon Europe* è stato avviato il 1° gennaio 2021.

SE, vere proprie infrastrutture abilitanti della Space Economy, sorta di gateway di raccordo tra l'upstream, le infrastrutture terrestri ed il downstream segment propriamente detto. Queste infrastrutture territorialmente distribuite e scalabili possono svolgere, a seconda dei vari contesti applicativi, diverse funzioni».

È previsto che le citate infrastrutture possano agire:

- promuovendo, attraverso meccanismi di PPP, l'affermarsi di una logica di mercato nella produzione di beni comuni;
- abilitando lo sviluppo di ulteriori servizi *downstream* a partire da beni comuni prodotti, attraverso strutture di servizio Istituzionale Distribuito sul Territorio;
- sostenendo la domanda di nuove applicazioni *downstream* per i mercati creati a valle della produzione dei beni comuni;
- funzionando da incubatore di *start-up* e *spin-off* per lo sviluppo di nuovi servizi di *downstream*;
- rafforzando la presenza italiana all'interno delle iniziative spaziali internazionali;
- minimizzando i tempi di realizzazione tecnologica.

Il Piano Strategico si basa quindi sul coinvolgimento in un unico programma realizzativo di *end-user* istituzionali in grado di fornire *know how*, amministrazioni centrali e regionali interessate, enti di ricerca nazionali dotati di adeguate competenze scientifiche e infrastrutture non-spaziali (e.g. utili a garantire la certificazione, la validazione e l'evoluzione tecnico scientifica delle catene operative istituzionali), attori dotati delle necessarie competenze sistemiche ingegneristiche e tecnologiche necessarie alla realizzazione delle infrastrutture e delle catene operative.

Per realizzare tutto ciò, il Piano ha previsto un investimento di circa 4,7 miliardi di euro, di cui circa il 50% coperto con risorse pubbliche, tra nazionali e regionali, aggiuntive rispetto a quelle ordinariamente destinate alle politiche spaziali ed ha proposto sei linee di intervento in linea con le iniziative condotte a livello europeo:

- il programma nazionale di telecomunicazioni satellitari (ITALGOVSATCOM) per lo sviluppo di nuovi sistemi di comunicazione satellitare a banda ultra larga a 30 Mb basati su piattaforme geostazionarie con propulsione elettrica, compatibili con lanciatore VEGA e per lo sviluppo di nuovi servizi *downstream* (ad esempio servizi avanzati di telemedicina);

- il programma nazionale di supporto a Copernicus - *Mirror Copernicus* - per la realizzazione di sistemi e infrastrutture *downstream* e *upstream* per l'ambiente e la gestione dei rischi;
- il programma nazionale di supporto a Galileo - *Mirror Galileo* - per la realizzazione di infrastrutture applicative *downstream* per la gestione integrata del traffico e per lo sviluppo di piattaforme *Medium Earth Orbit* (MEO) per *payload* di navigazione, al fine di favorire l'industria nazionale del settore *upstream* anche in vista della seconda generazione di satelliti Galileo;
- il programma nazionale per l'infrastruttura Galileo *Public Regulated Service* (PRS), un servizio di alta precisione pensato per fornire dati di posizionamento per lo sviluppo di applicazioni sensibili (destinato ad utenti espressamente autorizzati dai governi nazionali) e che include anche la manifattura nazionale dei ricevitori PRS con i relativi moduli di sicurezza;
- il programma di supporto *Space Surveillance and Tracking* SST, che prevede l'*upgrade* dei sistemi ottici e radar resi disponibili al Consorzio europeo SST³⁰¹ e la costituzione dell'*Italian SST Operation Centre* (ISOC)³⁰², collettore e il *data fusion center* dei dati dei sensori SST nazionali.
- il programma di sviluppo delle tecnologie spaziali e della esplorazione spaziale *Mirror COMPET*, che ha come obiettivo quello di valorizzare tutte le tecnologie critiche per lo sviluppo della *Space Economy*.

Il Piano è parzialmente confluito, come “Piano a Stralcio *Space Economy*”, nel Piano Imprese e Competitività del Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020, proposto dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ed approvato con delibera del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) n.52/2016 del 1 dicembre 2016, che le ha assegnato alle imprese interessate una prima dotazione di risorse pari a circa 350 milioni di Euro, a valere sul Fondo Sviluppo e Coesione, di cui:

- 78 milioni di Euro per le regioni meno sviluppate;
- 7 milioni di Euro per le regioni in transizione;
- 265 milioni di Euro per le regioni più sviluppate.

³⁰¹ Il consorzio è nato a giugno 2015 a seguito della stipula di un Accordo da parte vertici delle agenzie spaziali di Italia, Francia, Germania, Spagna e Gran Bretagna, in rappresentanza dei rispettivi Paesi, a seguito della decisione 541/2014 / UE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'Unione europea, adottata il 16 Aprile 2014.

³⁰² Costituito sul sito di Pratica di Mare e gestito dall'Aeronautica Militare.

In realtà, il Piano Strategico ha attivato un valore complessivo di investimenti pari a circa 1,1 miliardi di euro. Il meccanismo prevede infatti un cofinanziamento tra le risorse nazionali a valere sul Fondo per lo Sviluppo e la Coesione (i precedenti finanziamenti FSC) e i fondi dei Programmi Operativi Regionali (POR), con un cofinanziamento da parte delle imprese che dovrebbe superare i 500 milioni di euro.

In definitiva, la ripartizione degli investimenti vede un 60% dato dai finanziamenti UE, regionali e dal MISE e un 40% fornito dai privati. Difatti, l’attivazione degli investimenti avviene mediante meccanismi di *procurement* pubblico-privati, come il *pre-commercial procurement*³⁰³ o il partenariato per l’innovazione³⁰⁴, attraverso la richiesta di manifestazioni di interesse e, successivamente, l’emissione di uno o più bandi.

Molte altre iniziative sono state prese a sostegno del settore dei servizi spaziali italiani in linea con le direttive del Piano Strategico, che sembra dimostrare di essere un ottimo punto di partenza per lo sviluppo dell’economia del Paese nel settore. In conclusione, la “Cabin di Regia Spazio” istituita dal Governo italiano sta dimostrando il successo di un nuovo approccio integrato di collaborazione e concertazione inter-istituzionale e privato, che viene già visto in Europa e in ambito più ampiamente internazionale come un caso di *best practice* da prendere a riferimento per cogliere le opportunità della *Space Economy*.

4.5.3. *CDP Primo Space Fund*.- Ad aprile 2020 il Consiglio di amministrazione di Cassa Depositi e Prestiti (CDP) *Venture Capital* (società posseduta al 70% da CDP *Equity* e al 30% da Invitalia) ha deliberato di investire, attraverso il proprio fondo *Venture Italy*, fino a 21 milioni di euro in *Primo Space Fund*, il primo fondo italiano focalizzato su investimenti in *start-up* nell’ambito della *Space Economy*.

³⁰³ Gli appalti pre-commerciali sono appalti finalizzati alla stipula di contratti di Ricerca e Sviluppo (R&S) e vengono attivati ancora prima della commercializzazione di un determinato prodotto. Prevedono la condivisione di rischi e benefici tra il committente pubblico e le imprese, il co-finanziamento da parte delle imprese partecipanti e lo sviluppo competitivo per fasi.

³⁰⁴ La procedura del “partenariato per l’innovazione” permette all’amministrazione pubblica di scegliere in maniera competitiva uno o più partner al quale affidare lo sviluppo di una soluzione innovativa e adatta alle sue esigenze. Il/i partner sviluppano la nuova soluzione in collaborazione con l’amministrazione aggiudicatrice e, in base alle sue esigenze; questa fase di ricerca e sviluppo può essere divisa in varie tappe, durante le quali il numero di partner può essere progressivamente ridotto in funzione del soddisfacimento dei criteri predefiniti.

Primo Space Fund investirà prevalentemente in Italia, a partire dalla fase embrionale di sviluppo dei progetti, e in *round* di finanziamento successivi. Il fondo ha un obiettivo di raccolta pari a 80 milioni di euro e conta sul supporto dell'*European Investment Fund* e di altri investitori istituzionali.

La strategia di investimento del fondo nasce dall'esigenza di incrementare gli investimenti nella *Space Economy* italiana, alla luce di diverse considerazioni: l'Italia è il terzo contributore europeo all'ESA e presenta significative attività di ricerca scientifica, nonché di competenze chiave in tutta la filiera dell'industria dello spazio. Tuttavia, gli investimenti in *venture capital* nel settore sono limitati, non esistono *competitor* in Italia ed i *player* internazionali con lo stesso focus di investimento sono limitati.

4.6. *Spazio e Sicurezza.*- Da quanto detto è chiaro che la NSE è una realtà particolarmente complessa sia dal punto di vista dei modelli politico-strategici sia dei modelli economici che riguardano l'industria. A livello globale il nuovo scenario ha un chiaro impatto non solo per quanto riguarda il rapporto tra gli attori statuali e gli attori industriali tradizionali, ma anche sulla capacità di garantire la sicurezza e utilizzare lo spazio a fini di difesa. Difatti, l'aumento del numero di investitori privati, insieme a quello di nuovi attori statuali, comporta delle spinte evolutive per il settore spaziale che potrebbero presentare un mix di criticità e opportunità per le filiere tecnologiche e il mercato europeo, nonché per il ruolo dell'UE nel settore spazio e sicurezza.

La storia ci insegna che finora la decisione di stanziare delle risorse in modo programmatico è stata quasi esclusivamente guidata da obiettivi di innovazione tecnologica, accompagnata in seconda battuta da considerazioni di natura strategica. Come già detto, se l'approccio *technology push* ha finora consentito lo sviluppo dell'industria europea, oggi sono gli "*user needs*", ossia le esigenze degli utenti, che guidano il *business*. È pertanto ormai chiaro che nel contesto dei servizi, fortemente basato sullo sviluppo di applicazioni destinate a una rapida e remunerativa immissione sul mercato, i dati derivanti dalle attività spaziali sono diventati sempre più fruibili.

Per le applicazioni di sicurezza e difesa, una delle implicazioni più importanti riguarda il ruolo delle costellazioni di piccoli satelliti in orbita bassa, uno degli obiettivi principali degli investimenti dei nuovi operatori spaziali. L'incremento dei fondi stanziati per lo sviluppo di tali costellazioni comporta delle novità quali ad esempio l'accesso e la

commercializzazione dei prodotti di EO, da sempre settore estremamente dipendente dagli investimenti pubblici. In questo contesto la proliferazione di attori commerciali, potrebbe anche causare delle vulnerabilità rispetto a potenziali minacce di sicurezza. Difatti, sebbene affermazione sul mercato spaziale di modelli commerciali di accesso ai dati di osservazione della Terra e successivo utilizzo non costituisca di per sé una criticità, l'incremento della fruibilità dei dati e l'abbassarsi delle barriere d'ingresso al settore spaziale comportano necessariamente un cambiamento nel panorama a livello geostrategico, che deve essere tenuto in considerazione soprattutto nel medio e lungo termine. Il fatto che dati e immagini sempre più sofisticati non rimangano sotto il controllo esclusivo delle istituzioni governative, può far sì che questi vengano utilizzati per azioni ostili da parte di terzi (siano questi attori statuali o meno). In questo senso sembra opportuno che le istituzioni, nazionali ed europee, intensifichino le attività di cooperazione nel settore spazio e sicurezza e utilizzino tutti i mezzi per mantenere un certo controllo sull'utilizzo finale dei dati.

Guardando poi alla concentrazione delle informazioni in seno alle grandi aziende IT oltreoceano (e.g. Google, Amazon e Microsoft), il relativo monopolio crea un'ulteriore problematica per gli Stati e i ministeri della Difesa europei. L'utilizzo dei dati da parte di questi potrebbe sollevare una serie di questioni particolarmente delicate in Europa, dove esistono delle filiere tecnologiche che, fin dagli albori, si sono sviluppate grazie a ingenti investimenti nell'hardware e nella gestione delle reti di dati. Sembra quindi evidente come, di fronte al potenziale incremento della quantità di informazioni disponibili nelle banche dati dei colossi privati statunitensi, il mantenimento delle capacità europee nella gestione delle informazioni si configuri come un atto necessario.

La garanzia della qualità e del possesso dei dati appare, quindi, imprescindibile al fine di mantenere l'autonomia strategica e operativa dell'UE e dei suoi Stati membri. Se questo è particolarmente vero per il settore dell'osservazione della Terra, non dobbiamo dimenticare che la cosa riguarda anche altre applicazioni spaziali che hanno importanti implicazioni in termini di sicurezza, quali il *data relay*³⁰⁵ e il settore delle telecomunicazioni, che vede nuove potenziali sfide in progetti

³⁰⁵ Con *Data Relay Satellite* si intende una serie di satelliti in orbita geostazionaria destinati a trasmettere informazioni tra gli altri satelliti e le stazioni a terra, per consentire la comunicazione a tempo pieno, anche con i satelliti LEO, che spesso non sono visibili da tutte le stazioni operanti a terra.

proprio come quello delle mega-costellazioni³⁰⁶ di piccoli satelliti. In questo senso è opportuno bilanciare la ricerca dell'efficienza dei costi o l'aumento della disponibilità di banda larga (specificità della NSE) con esigenze imprescindibili, quali il controllo e la sicurezza dei sistemi spaziali. Difatti, gli attori commerciali spesso non padroneggiano, al pari degli attori statuali, le misure di sicurezza, i protocolli e le procedure standardizzate necessarie al mantenimento di un ambiente spaziale sicuro. Dato il presente scenario, mantenere un costante dialogo tra istituzioni e attori commerciali e stabilire delle procedure comuni risulta quindi essenziale.

Se nello specifico guardiamo al caso dell'Italia, le applicazioni satellitari rappresentano un elemento di chiaro interesse strategico per la sicurezza nazionale e non solo. A causa degli scenari di instabilità nella zona che va dall'Africa sub-sahariana ai Balcani, al fine di monitorare eventuali minacce e adottare adeguate contromisure, l'interesse nazionale si proietta sull'intera regione del Mediterraneo, richiedendo una crescente capacità di monitoraggio di tali territori e un'attività di intelligence rispetto alla quale le tecnologie satellitari svolgono un ruolo fondamentale. Potenziali interventi delle forze di sicurezza europee e italiane nella zona euro-mediterranea richiedono adeguate capacità di telecomunicazione ad alto consumo di banda. In questo senso è necessario per l'Europa e, nello specifico, per l'Italia continuare a incentivare il potenziamento delle proprie capacità satellitari, anche in relazione al peso relativo che gli *asset* spaziali consentono di avere nei confronti dei propri alleati, nel contesto europeo e transatlantico, nonché a livello internazionale. Per far fronte a tali tendenze di mercato l'Italia dovrebbe, ad esempio, sfruttare di più il ruolo di COSMO-SkyMed come "infrastruttura strategica" per le applicazioni di sicurezza e difesa. Si potrebbero così sfruttare la natura duale dell'*asset* nonché le opportunità di cooperazione governativa e di innovazione tecnologica che ne derivano.

C'è da rilevare che, mentre gli interessi prettamente economici spingerebbero le attività private ad assumere un respiro il più internazionale possibile, di contro gli interessi strategico-politici possono in un qualche modo porre un freno a questa altrimenti inarrestabile "apertura". Infatti, banalmente, mentre il maggior interesse delle attività

³⁰⁶ Le mega-costellazioni sono parte del cosiddetto "*Internet gold rush*" caratterizzato dallo sviluppo di capacità satellitari estremamente innovative finalizzate ai servizi di telecomunicazione (ad esempio l'iniziativa OneWeb). Uno degli obiettivi è incrementare l'accesso a Internet per tre miliardi di utenti, soprattutto nei paesi in via di sviluppo.

imprenditoriali non può che essere il profitto indipendentemente dal cliente, dall'altro lato si possono contrapporre interessi strategici dei suddetti clienti. È proprio per questa ragione che ogni Stato ha messo in campo iniziative per regolamentare in un qualche modo questo processo di apertura. Ad esempio in Italia vi è il cosiddetto *Golden Power*, che permette al Governo italiano di pronunciarsi su possibili acquisizioni di aziende strategiche italiane da parte di investitori extra UE. Per gli Stati Uniti invece possiamo far riferimento a già citato ITAR del Dipartimento Americano del Commercio che dal 1998 equipara ad armamenti ogni elemento ed equipaggiamento costruito in USA e montato a bordo di sistemi spaziali, limitandone l'acquisto e l'uso da parte di gruppi industriali USA e paesi "alleati". Ancor più restrittive sono storicamente e tutt'oggi le politiche cinesi, che tendono ad aprirsi al resto del mondo con grande difficoltà.

Sempre per quanto riguarda l'Italia, la nostra nazione si è recentemente dotata di una "Strategia Nazionale di Sicurezza per lo Spazio"³⁰⁷, che prevede quattro linee strategiche di intervento a carattere operativo, procedurale e giuridico riassumibili in:

- *potenziamento e protezione delle capacità nazionali nel settore spaziale*, rafforzando la robustezza contro le minacce di tipo intenzionale e non, l'interoperabilità e la compatibilità tra i sistemi spaziali;
- *prevenzione, dissuasione e difesa dalle aggressioni contro le infrastrutture spaziali*, attraverso l'acquisizione di nuove capacità di tracciamento ed identificazione;
- *tutela e supervisione sullo sviluppo di attività industriali e scientifiche e tutela delle informazioni classificate*, anche prevedendo investimenti adeguati e valutando anche l'eventuale necessità di mirati interventi del Governo;
- *cooperazione internazionale e promozione dell'uso responsabile, pacifico, sicuro e sostenibile dello spazio*, assicurato da collaborazioni a carattere sia bilaterale che multilaterale;
- *gestione e sviluppo, anche attraverso la definizione di apposito strumento normativo, delle iniziative commerciali nel rispetto degli impegni assunti dall'Italia in politica estera e delle esigenze di sicurezza nazionale, con particolare riferimento agli aspetti legati alla sicurezza del telerilevamento satellitare.*

³⁰⁷ Proposta da COMINT, adottata al Consiglio dei Ministri del 18 luglio 2019, derivante dagli "Indirizzi del Governo in materia spaziale e aerospaziale" del 25 marzo 2019.

4.7. *I nuovi investimenti in Europa: un'evidente tendenza.*- È ormai chiaro che lo spazio è un luogo fondamentale per misurare le capacità scientifiche e tecnologiche, che sono poi quelle che in buona parte determinano la crescita dei punti di PIL. Perciò il nostro Paese, che è un'eccellenza, intende e deve investire nella nuova competizione tecnologica.

Proprio poco prima dell'emergenza Covid-19, il 21 e 22 gennaio si è tenuta a Bruxelles l'*European Space Conference*. Giunta alla dodicesima edizione, la conferenza è una piattaforma per le analisi e gli approfondimenti della politica spaziale europea, i suoi programmi, le sue missioni e le questioni chiave del futuro. Vi prendono parte i rappresentanti delle istituzioni europee ma anche rappresentanti di società operanti nel settore e rappresentanti del mondo scientifico. Al centro dei dibattiti vi sono stati argomenti quali il futuro dello spazio europeo, il rafforzamento dell'industria spaziale europea, le numerose nuove sfide di spazio e difesa, le cooperazioni internazionali, le future *partnership* e così via. E proprio a seguito dell'*European Space Conference* la Commissione europea, assieme alla Banca Europea per gli Investimenti (BEI), ha proposto investimenti per 200 milioni di Euro nel settore spaziale. In particolare, un investimento di 100 milioni di euro per il nuovo programma Ariane 6 e 100 milioni di euro nell'ambito di InnovFin³⁰⁸, per sostenere l'innovazione e la crescita delle società europee di tecnologia spaziale. Inoltre, la Commissione e la BEI hanno annunciato il primo *InnovFin Space Equity Pilot* impegnandosi in fondi di investimento dedicati a sostenere l'innovazione e la crescita delle PMI europee che operano nel settore delle tecnologie spaziali. È evidente che ormai sia questa la tendenza degli investimenti in campo spaziale in Europa.

L'economia spaziale del Vecchio Continente ha già un valore di 50 miliardi di euro (nel 2019) e l'ESA e l'UE hanno senz'altro un ruolo fondamentale in questo ambito a fianco delle Agenzie nazionali. È chiaro che per l'innovazione della *Space Economy* europea si dovranno unire le forze. In Europa abbiamo solide basi e, agendo insieme, istituzioni e privati, e continuando ad investire nelle diverse modalità, si potrà crescere.

³⁰⁸ InnovFin è un fondo europeo per gli investimenti strategici e la condivisione del rischio per la ricerca aziendale.

5. *Conclusioni.*- In questi anni è in corso una rivoluzione nel mondo dello spazio. Ai modelli di *business*, di produzione e alle logiche, che hanno caratterizzato l'evoluzione del settore spaziale fino a pochi anni fa, si stanno affiancando nuovi modelli in apparente controtendenza. Tali evoluzioni sono volte a trarre il massimo vantaggio dall'utilizzo delle risorse dello Spazio, al fine di migliorare la vita quotidiana dell'individuo, non trascurando però il fatto che l'Ottavo Continente continua a costituire un importante strumento di posizionamento politico-strategico nel contesto internazionale.

In molti ambiti, il "vecchio" Spazio è ancora presente e funzionale, tuttavia l'impressione è che presto potrebbe essere rimpiazzato da quanto di nuovo vediamo sta succedendo oltreoceano o, quantomeno, potrebbe subire una modifica incrementale e sostanziale con l'intento di poter convivere con quello che oggi in molti chiamano *New Space*. È infatti nello Spazio che imprenditori come Elon Musk, Jeff Bezos ed altri realizzano, con **Capitali** spesso provenienti dal mondo ICT, prodotti e servizi innovativi. Tutto ciò utilizzando processi che, nonostante alcuni fisiologici fallimenti che portano a affinamenti successivi, si stanno rivelando più efficaci ed efficienti di quelli che ben conosciamo in Europa. Un'analisi più approfondita mostra come questi *tycoon* americani ricevano comunque un notevole sostegno (economico e non solo) da parte del Governo e della NASA, sostegno che rafforza la loro posizione internazionale e consente loro di realizzare imprese fino a poco tempo fa inimmaginabili, come lanciatori riutilizzabili o missioni su Marte. Il resto lo veicola la situazione politico-economica americana che – vedi il ruolo fondamentale dei capitali di rischio – è certamente molto favorevole ad imprenditori comunque pronti a farsi carico di gran parte del rischio tecnologico; pertanto, bisogna quantomeno essere consapevoli della rivoluzione in corso in tutte le sue sfaccettature, nonché valutare eventuali azioni migliorative, il tutto tenendo presente, comunque, che il contesto europeo ed italiano sono ben diversi da quello statunitense.

In aggiunta, i nuovi Stati che si sono affacciati nel panorama della *New Space Economy* turbano radicalmente gli equilibri.

In questo scenario, la superpotenza cinese, con una inarrestabile avanzata, è sempre più in **Competizione** con quella americana, minacciandone la supremazia. Parallelamente, la Russia sembra non svolgere più il ruolo di qualche decennio fa e l'Europa, con Germania, Francia e Italia in testa, con importantissime attività interne (es. Galileo, Copernicus), sta affiancando missioni in cooperazione con

l'una o l'altra potenza; a livello scientifico, vige infatti un alto livello di cooperazione fra Paesi, meno marcato per quanto riguarda la sfera politico-militare. Si è sempre in bilico fra competizione e cooperazione perché entrano in gioco diversi fattori geopolitici. Inoltre, è in atto un vero e proprio cambio di paradigma anche nell'approccio alle attività spaziali, con la NASA che, ancora una volta, si ritrova ad essere pioniera di questa trasformazione. Da un approccio tradizionale, basato sulla preminenza delle agenzie spaziali e degli accordi governativi, si sta procedendo verso uno più prettamente commerciale che richieda partecipazione attiva anche da parte di *player* privati, che condividano i rischi che il dominio comporta. Si assiste ad una forma di competizione tra attori industriali privati che può essere tradotta in una cooperazione fino al miglioramento e ad un costante stimolo verso l'avanzamento tecnologico ed economico. Per questo motivo si sta andando sempre più verso alleanze strategiche, con le quali si ha un alto livello di cooperazione, mantenendo, però, anche altrettanto alti livelli di competizione con gli stati "avversari".

In questo contesto, l'Italia è da sempre stata in una posizione rilevante, sia dal punto di vista dell'Agenzia, quanto dal punto di vista delle capacità manifatturiere, svolgendo un ruolo rilevante nel contesto europeo e nei rapporti bilaterali e multilaterali a livello internazionale. Lo spazio nello scenario europeo occupa un quarto di milione di persone e genera un prodotto economico di oltre 50 miliardi di euro; questi due dati ci danno una dimensione dell'importanza di questo settore. La cooperazione europea e internazionale è dunque fondamentale come bacino di riferimento che deve vedere l'Italia sempre protagonista e costantemente impegnata in ambito spaziale. Siamo uno dei pochi Paesi a possedere le **Competenze** e le industrie in tutta la filiera produttiva, dal lanciatore alla costruzione di *payload* e piattaforme, passando per controllo in orbita ed operazioni.

Sempre più Stati dispongono di lanciatori, o, comunque, di una capacità di lancio tramite *partner* internazionali e vantano satelliti in orbita, proprio in virtù dell'esponenziale presa di coscienza circa la dipendenza del quotidiano dai dati spaziali. Investire nello spazio e nelle competenze delle giovani menti ad esso legate significa migliorare la qualità della vita di un'umanità sempre più fuori dai confini della Terra. Vivere nello spazio attualmente significa raggiungere un avamposto a circa 400 km di quota: la Stazione Spaziale Internazionale. Tuttavia, in futuro, l'uomo punta ad andare oltre, come prima

tappa orbitando su una piattaforma lunare e, successivamente, colonizzando altri corpi del Sistema Solare.

Fino a pochi anni fa questi obiettivi sembravano irraggiungibili, ma con i progressi scientifici raggiunti oggi essi sono possibili, seppur in tempi non immediati.

A questo punto si aprono scenari pseudo fantascientifici, dalla Terraformazione di Marte ai viaggi interstellari del progetto Starshot Breakthrough; ma non sono rendenti, a ispirare e anticipare i maggiori progressi scientifici nello Spazio?

Una possibile risposta viene da una delle menti più di avanguardia dei nostri giorni, S. Hawking: «Oggi ci impegniamo in questo prossimo grande salto nel cosmo, perché siamo umani e la nostra natura è volare».

ACRONIMI

AI	Artificial Intelligence
AIAD	Federazione Aziende Italiane per l'Aerospazio
AIPAS	Associazione per le Imprese per le Attività Spaziali
ALTEC	Aerospace Logistics Technology Engineering Company
AMF	Additive Manufacturing Facility
APSCO	Asia-Pacific Space Cooperation Organization
ARRA	American Recovery and Reinvestment Act
ARTA	Ariane Research and Technology Accompaniment
ASAT	Anti-SATellite weapons
ASAS	Associazione per i Servizi, Applicazioni e tecnologie ICT per lo Spazio
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ATV	Automated Transfer Vehicle
BEI	Banca Europea per gli Investimenti
BFR	Big Falcon Rocket
BFS	Big Falcon Spaceship
BIC	Business Incubation Centre
BiDS	Big Data from Space
CASC	China Aerospace Science Technology Corporation
CASIC	China Aerospace Science and Industry Corporation
CCDev	Commercial Crew Development
CCP	Commercial Crew Program
CE	Commissione Europea
CIMON	Crew Interactive MOBILE companioN
CIP	Critical Infrastructures Protection
CIPE	Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
CNES	Centre National d'Études Spatiales
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
COMINT	COMitato INTerministeriale per le politiche relative allo spazio e alla ricerca aerospaziale
COTS	Commercial Off The Shelf
COTS	Commercial Orbital Transportation Services
CPD	Cassa Depositi e Prestiti
CRS	Comitato di Ricerche Spaziali
CSA	Agenzia Spaziale Canadese
DL	Deep Learning
DLR	Deutsches zentrum für Luft- und Raumfahrt
EAC	European Astronaut Centre
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay System
ELDO	European Launcher Development Organization
EO	Earth Observation

ESA	European Space Agency
ESPI	European Space Policy Institute
ESRIN	European Space Research Institute
ESRO	European Space Research Organization
EUSPA	European Union Agency for the Space Programme
FDI	Foreign Direct Investment
FLS	Fluid Science Laboratory
FSC	Fondo Sviluppo e Coesione
FTE	Full-Time Equivalent
GLONASS	GLobal NAVigation Satellite System
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GSA	GNSS Supervisor Authority
GTO	Geostationary Transfer Orbit
HAPS	High-Altitude Pseudo-Satellite
HEU	Horizon Europe
HW	HardWare
ICBM	Inter-Continental Ballistic Missile
IDE	Investimento Diretto Estero
IDIQ	Indefinite Delivery/Indefinite Quantity
IGY	International Geophysical Year
IKARUS	Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun
IoT	Internet of Things
ISS	International Space Station
IT	Information Technology
ITAR	International Traffic in Arm Regulations
LC	Large Company
LEO	Low Earth Orbit
LEOP	Launch and Early Orbit Phase
LSI	Large System Integrators
MEO	Medium Earth Orbit
MFF	Multiannual Financial Framework
MISE	Ministero dello Sviluppo Economico
ML	Machine Learning
MPLM	Multi-Purpose Logistics Module
MRO	Mars Reconnaissance Orbiter
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NEO	Near Earth Object
NESDIS	National Environmental Satellite Data and Information Service
NSC	National Space Council
NSE	New Space Economy
NSP	National Space Program
OCSE	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OHB	Orbitale Hochtechnologie Bremen
OIG	Organizzazioni internazionali governative
OT	Osservazione della Terra

PCC	Partito Comunista Cinese
PECS	Plan for European Co-operating States
PESC	Politica Estera e di Sicurezza Comune
PIL	Prodotto Interno Lordo
PMI	Piccola - Media Impresa
PMM	Permanent Multipurpose Module
POR	Programmi Operativi Regionali
PPP	Public Private Partnership
PSDC	Politica di Sicurezza e di Difesa Comune
PSN/SAS	Piano Spaziale Nazionale del Servizio Attività Spaziali
R&D	Research and Development
R&S	Ricerca e Sviluppo
RoW	Rest of World
SAA	Space Act Agreement
SAR	Radar ad Apertura Sintetica
SatCen	Centro satellitare dell'Unione Europea
SCGI	Space Commercial Services Global Information
SE	Space Economy
SI	System Integrator
SLS	Space Launch System
SME	Small Medium Enterprise
SPD	Space Policy Directive
SSA	Space Situational Awareness
SST	Space Surveillance and Tracking
STM	Space Traffic Management
TCBM	Trust and Confidence Building
TGO	Trace Gas Orbiter
TLC	TeLeComunicazioni
TTP	Technology Transfer Project
UE	Unione Europea
USA	United States of America
USAF	United States Air Force
USSF	US Space Force
VDP	Valore Di Produzione

RIFERIMENTI

Riferimenti Capitolo “Le Competenze”

- “Economia spaziale, economia del futuro”, Expo-Forum Europeo sulla New Space Economy
- Orgiazzi, M., “L’Australia avrà una sua agenzia spaziale”, in *AstronautiNEWS*, 29 settembre 2017 Disponibile all’indirizzo: <https://www.astronautinews.it/2017/09/laustralia-avra-una-sua-agenzia-spaziale/> (consultato il 20 giugno 2020)
- Poppi, S., “Benvenuti nella New Space Economy. Parla il prof. Battiston” in *Formiche*, 01 giugno 2020. Disponibile all’indirizzo:

<https://formiche.net/2020/06/new-space-economy-battiston-crew-dragon/>

(consultato il 23 giugno 2020).

• Rainey, K., "Economic Development of Space", in *NASA*, 4 agosto 2017. Disponibile all'indirizzo:

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/benefits/economic_development (consultato il 30 giugno 2020).

• Intini, E., "ISS in attività almeno fino al 2024", 9 gennaio 2014. Disponibile all'indirizzo: <https://www.focus.it/scienza/spazio/iss-in-attivita-almeno-fino-al-2024> (consultato il 7 luglio 2020).

• Marini, M., "Alpha Centauri sempre più vicina: il primo viaggio interstellare grazie a Hawking e Zuckerberg", in *La Repubblica*, 13 aprile 2016. Disponibile all'indirizzo:

https://www.repubblica.it/scienze/2016/04/13/news/far_vela_verso_alfa_centauri_hawking_e_zuckerberg_per_il_primo_viaggio_interstellare-137546168/?awc=15069_1595024059_ef00039efffbfcb7d7a532eace8ba7fe&source=AWI_DISPLAY (consultato il 10 luglio 2020).

• Istituto Affari Internazionali (IAI), "La politica europea di accesso allo spazio. Sviluppi futuri e ruolo dell'Italia", in *Osservatorio di politica internazionale*, 36 giugno 2011. Disponibile all'indirizzo: https://www.iai.it/sites/default/files/pi_a_0036.pdf (consultato il 10 luglio 2020).

• Sagan, C., "Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space", 1984

• Bissell, K., Lasalle, R. M., Dal Cin, P., "Third Annual State of Cyber Resilience - Innovate for Cyber Resilience- Lessons from leaders to master cybersecurity", in *Accenture Security*, 2020. Disponibile all'indirizzo: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-116/Accenture-Cybersecurity-Report-2020.pdf (consultato il 6 luglio 2020).

• Von Bischho Shausen, J. K., Paatsch, M., Reuter, M., Satzger, G., & Fromm, H., "Management challenges in creating value from business analytics", in *European Journal of Operational Research*, 261(2), 2015, pp. 626-639.

• Wang, C. H., Cheng, H. Y., & Deng, Y. T., "An information system for sales team assignments utilizing predictive and prescriptive analytics. *Business informatics*" (CBI), 2015 IEEE 17th conference on, Vol. 1, 68-76. (2018).

• Wang, C-H., Cheng, H-Y., Deng, Y-T., "Using Bayesian belief network and time-series model to conduct prescriptive and predictive analytics for computer industries", in *Computers & Industrial Engineering*, Volume 115, gennaio 2018, pp. 486-494. Disponibile all'indirizzo:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835217305697?via%3Dihub> (consultato il 10 luglio 2020).

• Heiney, A., "NASA Developing a Plan to Fly Personnel on Suborbital Spacecraft", in *NASA*, 23 giugno 2020. Disponibile all'indirizzo:

<https://www.nasa.gov/feature/nasa-developing-a-plan-to-fly-personnel-on-suborbital-spacecraft/> (consultato il 2 luglio 2020).

• Lepenioti, K., Bousdekis, A., Apostolou, D., Mentzas, G., "Prescriptive analytics: Literature review and research challenges", in *International Journal of Information Management*, Volume 50, febbraio 2020, pp. 57-70. Disponibile online all'indirizzo: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.003> (Consultato il 30 giugno 2020).

- “Mars: Inside Space X”, documentario National Geographic (2018)
- “Proceedings of 2019 Big Data from Space (BiDS’19)”, Soille P., Loekken S., Albani S. 2019
- “Cyber Security Solutions - Solutions for the protection of information”, Cyber Security Division Leonardo, 2019
- “Italian Space Industry - Products -Services - Applications - Technologies - Catalogue 2019”, ASI (2019)
- “COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Space Strategy for Europe Brussels” - (2016)
- Space and Cybersecurity Protect Group, Second Webinar Report basato su “Cybersecurity of Space- based Weapons Systems”, Unal B.
- “Protecting Space Missions from Cyber Threats”, Zatti S.
- “The future of the European space sector - How to leverage Europe’s technological leadership and boost investments for space ventures” Prepared for: The European CommissionBy: Innovation Finance Advisory in collaboration with the European Investment Advisory Hub, part of the European Investment Bank’s advisory services - Alessandro de Concini, Jaroslav Toth Supervisor: Shiva Dustdar (2019)
- Square KILOMETRE ARRAY - Exploring the Universe with the world’s largest radio telescope
- <https://www.skatelescope.org/the-ska-project/>
- e-Geos, a global leader in geoinformation services and applications <https://www.e-geos.it>
- Gestione ed Elaborazione Dati - Centri di Controllo, di Supporto Utenti, di Processamento e Gestione Dati <https://www.altecspace.it/programmi/gestione-ed-elaborazione-dati>
- “Big data, Big Analytics, Visual Analytics: what does it all mean?” <https://www.thalesgroup.com/en/big-data-big-analytics-visual-analytics-what-does-it-all-mean>

Riferimenti Capitolo “Le Competizioni”

- Broad, W. J., Peçanha, S., “The Iran Nuclear Deal - A Simple Guide”, in *The New York Times*, 15 gennaio 2015. Disponibile online all’indirizzo: <https://www.nytimes.com/interactive/2015/03/31/world/middleeast/simple-guide-nuclear-talks-iran-us.html> (consultato il 25 giugno 2020).
- De Selding, Peter B., “The List- 2013 Top Fixed Satellite Service Operators”, in *Space News*, luglio 2014. Disponibile online all’indirizzo: <https://spacenews.com/41157the-list-2013-top-fixed-satellite-service-operators/> (consultato il 30 giugno 2020).
- ESA Ministerial Conference, “Europe’s Access to Space Secured”, bollettino 114, maggio 2003. Disponibile online all’indirizzo: http://www.esa.int/esapub/bulletin/bullet114/chapter1_bul114.pdf (consultato il 5 luglio 2020).
- Hanham, M., Lewis, J., Dill, C., Liu, G., Rodgers, J., Lepinard, O., Knapp, B., Hallam, O., McIntosh, B., “Geo4Nonpro 2.0”, in *James Martin Center for*

Nonproliferation Studies (CNS), 2018. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep19698.9.pdf> (consultato il 7 luglio 2020).

- Intini, E., "La storia della tragedia dello Shuttle Challenger", in *Focus*, gennaio 2020. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.focus.it/scienza/spazio/challenger-la-storia-della-tragedia-dello-shuttle> (consultato il 18 giugno 2020).

- J. Krige, J., Russo, A., Sebesta, L., "A History of the European Space Agency 1958-1987", vol. I, ESA SP-1235.

- Lardier, C., Barensky, S., "Les deux vies de Soyuz", Edition e/Dite, 2010.

- Redazione European Affairs, "Geopolitica dello Spazio", in *European Affairs*, 9 giugno 2018. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.europeanaffairs.it/blog/tag/geopolitica-dello-spazio/> (consultato il 15 luglio 2020).

- Redazione Il Sole 24 Ore, "La NASA autonoma dai russi: accordo con Boeing e SpaceX per sostituire la Soyuz", in *Il Sole 24 Ore*, settembre 2014. Disponibile online all'indirizzo: https://st.ilssole24ore.com/art/tecnologie/2014-09-17/la-nasa-autonoma-russi-accordo-boeing-e-spacex-sostituire-soyuz-185912.shtml?uuid=ABBBcJuB&refresh_ce=1 (consultato il 10 luglio 2020).

- Satellite Industry Association, "State of Satellite Industry Report 2014", Futron, 2014.

- Space Launch Report. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.spacelaunchreport.com/> (consultato il 12 luglio 2020).

- Spagnulo, M., "Geopolitica dell'Esplorazione Spaziale: La sfida di icaro nel terzo millennio", Rubbettino Editore, 2019.

- Strom, S. R., "International Launch Site Guide", AIAA, 2006.

- Zak, A., "Sea Launch venture", in *Russian Space Web*, 2018. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.russianspaceweb.com/sealaunch.html> (consultato il 30 giugno 2020).

- Trump, D., "Presidential Memorandum on Reinvigorating America's Human Space Exploration Program", in *White House*, 2017. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-reinvigorating-americas-human-space-exploration-program/> (consultato il 3 luglio 2020).

- Space Foundation Editorial Team, "Space Policy Directives (SPDs)", in *Space Foundation*, 2020. Disponibile online all'indirizzo: https://www.spacefoundation.org/space_brief/space-policy-directives/ (consultato il 5 luglio 2020).

- Chiariello, B., "Trump lancia le Forze spaziali USA: "La nostra superiorità nello Spazio è vitale", in *Fanpage*, 2019. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.fanpage.it/esteri/trump-lancia-le-forze-spaziali-usa-la-nostra-superiorita-nello-spazio-e-vitale/> (consultato il 10 luglio 2020).

- Consiglio Europeo, "Bilancio a lungo termine dell'UE per il periodo 2021-2027", in *Consiglio Europeo*, 2020. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/the-eu-budget/long-term-eu-budget-2021-2027/> (consultato il 6 luglio 2020).

- Casa Bianca, "National Space Policy of the United States of America", 2010, pp. 6-7.

- Foust, “A Change in Tone in National Space Policy”, 2010.
- Grego, Wright, “Securing the Skies”, 2010, pp. 10.
- Sutherland, B., “Why America Is Lost in Space”, *Newsweek*, 30 gennaio, 2009. Disponibile online all’indirizzo: <http://www.newsweek.com/2009/01/30/why-america-is-lost-in-space.html> (consultato il 22 giugno 2020).
- Schulte, G. L., “National Space Security Strategy Outlines Rules of the Road”, *Globalsecurity.org*, febbraio, 2011. Disponibile online all’indirizzo: <http://www.globalsecurity.org/space/library/news/2011/space-110211-afps01.html> (consultato il 23 giugno 2020).
- Jaramillo, C., (ed.) “Space Security 2010”, in *Space Security Index*, agosto, 2010, pp.74. Disponibile online all’indirizzo: <http://spacesecurityindex.org/wp-content/uploads/2019/10/space.security.2010.reduced.pdf> (consultato il 15 luglio 2020).
- Peña, Hudgins, “Should the United States “Weaponize” Space?”, 2002, pp. 8
- Smith, “President Obama’s National Space Policy”, 2011, pp. 20.
- Lynn, “A Military Strategy for the New Space Environment”, 2011, pp. 11.
- Krepon, M., Hitchens, T., Katz-Hyman, M., “Preserving Freedom of Action in Space: Realizing the Potential and Limits of US Spacepower”, in C. D. Lutes, P. L. Hays (eds), with V. A. Manzo, L. M. Yambric, M. E. Bunn, *Toward a Theory of Spacepower: Selected Essays* (Washington, D.C.: National Defense University Press), 2011: capitolo 20, pp. 395. Disponibile online all’indirizzo: <http://www.ndu.edu/press/spacepower.html> (consultato il 17 giugno 2020).
- Commissione Europea, “Towards a Space Strategy for the European Union that Benefits Its Citizens”, 2011, pp. 3-12.
- Redazione ESA, “What is EGNOS?”, in *ESA*. Disponibile online all’indirizzo: http://www.esa.int/esaNA/GGG63950NDC_egnos_0.html (consultato il 25 giugno 2020).
- Wilson, A., Walker, C., “European Space Agency”, in *ESA*, 2007. Disponibile online all’indirizzo: http://www.esa.int/esapub/bulletin/bulletin131/bul131_colophon.pdf (consultato il 28 giugno 2020).
- Sheehan, M., “European Integration and Space”, in *The International Politics of Space* (London: Routledge), 2007, pp. 85.
- Redazione ESA, “Industrial Policy and Geographical Distribution”, in *ESA*. Disponibile online all’indirizzo: http://www.esa.int/esaMI/industry_how_to_do_business/SEMDWN6H07F_0.html (consultato il 14 luglio 2020).
- Sheehan, M., “Profaning the Path to the Sacred. The Militarization of the European Space Programme”, in N. Bormann, M. Sheehan (eds) *Securing Outer Space* (New York and Milton: Routledge), 2009, pp. 175.
- Zak, A., Oberg, J. “Viewpoint: Two Views on Russian Space: The Case for Optimism,” *Aerospace America*, settembre, 2015. Disponibile online all’indirizzo: <https://www.aiaa.org/AerospaceAmerica-September-2015> (consultato il 7 luglio 2020).
- Moltz, J. C., “The Changing Dynamics of Twenty-First-Century Space Power.” *Journal of Strategic Security* 12, no. 1, 2019, pp. 15-43. DOI:

<https://doi.org/10.5038/1944-0472.12.1.1729> Disponibile online all'indirizzo: <https://scholarcommons.usf.edu/jss/vol12/iss1/2> (consultato il 7 luglio 2020).

- Goble, P., "75 Percent of Russian Satellite Program Dependent on US-Manufactured Components," *The Interpreter*, 12 giugno 2015. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.interpretermag.com/75-percent-of-russian-satellite-program-dependent-on-us-manufactured-components/> (consultato il 15 giugno 2020).

- Babitskiy, A., "Opytnye apparatchiki: dve treti rossiyskikh sputnikov delaet odna com-paniya [Experienced operators: two-thirds of Russia's satellites are made by one company]", *RBK Delovoy Zhurnal* (RBK Business Journal), 23 agosto 2015. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.rbc.ru/magazine/2015/06/56ba1bcb9a79477d69362246> (consultato il 30 giugno 2020).

- Bodner, M., "60 Years after Sputnik, Russia Is Lost in Space," *Space News*, 9 October 2017, pp.14. Disponibile online all'indirizzo: <https://spacenews.com/60-years-after-sputnik-russia-is-lost-in-space/> (consultato 27 giugno).

- Dzordshchevich, A., Safronov, I., "Dyry v kosmose zatykayut zemlei [Holes in space are being fixed with land]", *Kommersant.ru*, 26 aprile 2018. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.kommersant.ru/doc/3614128?query=%D0%9A%D0%9E%D0%A1%D0%9C%D0%9E%D0%A1> (consultato il 27 giugno 2020).

- Commissione delle Comunità Europee, "European Space Policy, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament", COM(2007) 212 final, Brussels, 26 aprile 2007. Disponibile online all'indirizzo: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0212:FIN:en:PDF> (consultato l'8 luglio 2020).

- Consiglio dell'Unione Europea, "Resolution on the European Space Policy", 10037/07, Brussels, 25 maggio 2007. Disponibile online all'indirizzo: http://www.smm.lt/smt/docs/tm_tyrimai/esmtep/st10037%20Resolution%20on%20ESP%20as%20adopted%20in%20EC%20CC%20%20en2007-05-25.pdf (consultato il 3 luglio 2020).

- Dickow, M., "Security and Defence in the European Space Policy", *ESPI Flash Report*, issue 2, giugno 2011, pp.3. Disponibile all'indirizzo: http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/flash_reports/flash-report2-espi-esdp-june2007.pdf (consultato il 7 luglio 2020).

- Consiglio dello Spazio citato nella Commissione Europea, "Towards a Space Strategy for the European Union that Benefits Its Citizens", 2011, pp.6.

- La Stampa, "La Cina ha un'arma anti-satellite", 19 gennaio 2007. Disponibile online all'indirizzo: <https://www.lastampa.it/esteri/2007/01/19/news/la-cina-ha-un-arma-anti-satellite-1.37135514> (Consultato il 10/07/2020)

- Bouchard, A., "Why China was banned from the International Space Station", in *labroots*, 11 febbraio 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.labroots.com/trending/space/16798/china-banned-international-space-station> (consultato il 10/07/2020)

- The New York Times Editors, “Restricting Satellite Sales to China”, in *The New York Times*, 25 febbraio 1999. disponibile online all’indirizzo: <https://www.nytimes.com/1999/02/25/opinion/restricting-satellite-sales-to-china.html> (consultato l’11/07/2020)
- Lague, D., “Special Report- In satellite tech race, China hitched a ride from Europe”, in *Reuters*, 22 dicembre 2013. disponibile online all’indirizzo: <https://www.reuters.com/article/breakout-beidou/special-report-in-satellite-tech-race-china-hitched-a-ride-from-europe-idUSL4N0JJ0J320131222> (consultato l’11/07/2020)
- Oberg, “International Perspectives: Russia”, in Lutes and Hays (eds), et al. (2011), *Toward a Theory of Spacepower*, 2011, pp. 425.
- Government of the Russian Federation, “Major Provisions of the Russian Federal Space Program for 2006– 2015”, Sections: *Goal of the Program, Description of the Issue to be Solved by the Program*, 2005.
- Pagkratis, “Space Policies, Issues and Trends in 2009/2010”, 2010, pp. 49-52.
- De Montluc, B., “Russia’s Resurgence: Prospects for Space Policy and International Cooperation”, *Space Policy*, vol. 26, issue 1, February 2010, pp. 16
- Moore, C., “Apollo-Soyuz Mission 25 Years Later”, in *ABC News*, 16 July 2000. Disponibile online all’indirizzo: <http://abcnews.go.com/Technology/story?id=120107&page=1&page=1> (consultato l’11/07/2020)
- Sheehan, M., *The International Politics of Space* (New York and London: Routledge), 2007, pp. 179.
- Sheehan, M. “China: The Long March into Space”, *The International Politics of Space* (London: Routledge), 2007, pp. 159.
- Logsdon, J. M., Millar, J. R., “US-Russian Cooperation in Human Space flight: Assessing the Impacts”, *Space Policy*, vol. 17, issue 3, August 2001, pp. 171.
- Mathieu, “Assessing Russia’s Space Cooperation with China and India”, 2008, pp. 5.
- Rathgeber, W., “China’s Posture in space”, *ESPI Report*, issue 3, June 2007, pp. 25. Disponibile online all’indirizzo: http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/espi_china_report_rev4-1_wf.pdf (consultato il 5 luglio 2020).
- Smith, M. S., “China’s Space Program: An Overview”, *CRS Report for Congress*, 15 October 2005. Disponibile online all’indirizzo: <http://www.fas.org/sgp/crs/space/RS21641.pdf> (consultato il 28 giugno 2020).
- Brock, D. E., “Science Innovation During the Cultural Revolution: Notes from the Peking Review”, *Southeast Review of Asian Studies*, vol. 31, 2009, pp. 226. Disponibile online all’indirizzo: https://www.academia.edu/190657/Science_Innovation_during_the_Cultural_Revolution_Notes_from_the_Peking_Review (Consultato il 4 luglio 2020).
- Smith, M. S., “China’s Space Program: An Overview”, *CRS Report for Congress*, 21 October 2003. Disponibile online all’indirizzo: <http://www.defenselink.mil/pubs/20030730chinaex.pdf> (consultato il 22 giugno 2020).
- Sheehan, “China: The Long March into Space”, 2007, pp. 161.

- Chen, Y., "China's Space Policy: A Historical Review", *Space Policy*, vol. 7, issue 2, May 1991, pp. 128.
- Chen, Y., "Dragon Week: Orbiting Dragons", 18 January 2011. Disponibile online all'indirizzo: <http://blog.heritage.org/2011/01/18/orbiting-dragons/> (consultato il 26 giugno 2020).
- Johnson-Freese, "China's Space Ambitions", 2007, pp. 9
- Pollpeter, "Building for the Future: China's Progress in Space Technology During the Tenth 5-Year Plan and the US Response", 2008, pp. viii.
- Xinhua, "China Sees Smooth Preparation for Launch of Unmanned Module", 2 May, *Space Daily*, 2 May, 2011. Disponibile online all'indirizzo: http://www.spacedaily.com/reports/China_sees_smooth_preparation_for_launch_of_unmanned_module_999.html (consultato il 24 giugno 2020).
- Foust, J., "China and the US: Space Race or Miscommunication?", *Space Review*, 3 March 2008. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.thespacereview.com/article/1075/1> (consultato il 29 giugno 2020).
- Loff, S., "Explorer 1 Overview", in *NASA*, 4 agosto 2017. Disponibile online all'indirizzo: https://www.nasa.gov/mission_pages/explorer/explorer-overview.html (consultato il 14/07/2020)
- Redazione Heos, "Quando l'Italia era la terza potenza spaziale al mondo...", in *Heos*, 2 settembre 2014. Disponibile online all'indirizzo: http://www.heos.it/index.php?option=com_content&view=article&id=3638:quando-l-italia-era-la-terza-potenza-spaziale-al-mondo&catid=8&Itemid=111 (consultato il 14/07/2020)
- Putkov, V., "Sputnik and Russia's Outer Space Activities", in *UNIDIR*, 'Celebrating the Space Age: 50 Years of Space Technology, 40 Years of the Outer Space Treaty', Conference Report, (New York and Geneva: United Nations) 2 - 3 April 2007, pp. 39. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.unidir.org/pdf/articles/pdf-art2661.pdf> (consultato il 26 giugno 2020).
- Catalano Sgrosso G.; *Diritto internazionale dello spazio*; Vicchio, LoGisma, 2011.
- Da Valle L.; *L'agenzia spaziale italiana e il suo ruolo nella politica spaziale nazionale: organizzazione e programmazione*; Annuario Università di Pisa, dicembre 2002.
- De Maria M.; *Europe in space: Edoardo Amaldi and the inception of ESRO*; Parigi, ESA-HSR, 1993.
- Harvey B.; *Europe's space programme. To Ariane and Beyond*; Chichester, UK, Springer Praxis Books, 2003.
- Krige J., Russo A., Sebesta L.; *A History of the European Space Agency, 1958-1987 (Vol. 1 – ESRO and ELDO, 1958-1973)*; Noordwijk, ESA Publications Division, 2000.
- Natalizia G.; *La società internazionale e lo Spazio: cooperazione e competizione nel XXI secolo*; in Folco Biagini A., Bizzarri M.; *Spazio. Scenari di collaborazione*; Ripoli (FI), Passigli Editori, 2013.
- Peter N.; *European Space Activity in the Global Context*; in European Space Policy Institute, Vienna, Austria, Schrogl KU.; *Yearbook on Space Policy 2006/2007. The Yearbook on Space Policy*, vol 1; Springer, Vienna, 2008.

- Pocar F., Venturini G., Pedrazzi M.; Gli accordi bilaterali dell'Italia in materia spaziale; Milano, Giuffrè, 1999.
- Ruberti A.; Una politica per la ricerca e per l'università; in Europa a confronto. Innovazione, tecnologia, società; Roma, Bari, Laterza, 1990.
- <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae>
- <https://www.asi.it/>
- <https://www.aviation-report.com/>
- <https://cnes.fr/fr/>
- <https://www.ctna.it/>
- <http://www.esa.int/>
- <https://www.globalscience.it/>
- <https://www.space.com/>
- <https://space.skyrocket.de/index.html>

Riferimenti Capitolo “I Capitali”

- OECD - Handbook on Measuring the Space Economy, 2012
- OECD - The Space Economy at a Glance 2014
- OECD – Space and Innovation 2016
- OECD - The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy 2019
- SPACE FOUNDATION – The Space Report 2018
- ASD EUROSACE - Facts & figures, October 2019
- Bryce_Satellite Industry Report_SIA-SSIR-2019
- Bryce Start Up Space 2018
- Bryce Orbital Launches Year in Review 2019
- The future of the European space sector, European Investment Bank, 2019
- EUROPEAN SPACE AGENCY, ESA Studies, https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Global_Space_Economic_Forum/ESA_Studies
- PIANO STRATEGICO SPACE ECONOMY - Quadro di posizionamento nazionale – http://www.agenziaoesione.gov.it/it/S3/Piani_strategici/Space_economy.html
- A Euroconsult Executive Report: THE SPACE ECONOMY REPORT Extract 2019
- Euroconsult's Government Space Programs 2019 report
- What is the Space Economy? <https://space-economy.esa.int/article/33/what-is-the-space-economy>
- New Space Economy European Forum 2019 - <https://www.nseexpoforum.com/edition-2019/>
- NEW SPACE ECONOMY <https://www.asi.it/space-economy/new-space-economy>
- D. Bertolotto, Materiale del modulo Socio-Economico, Master in Istituzioni e Politiche Spaziali – SIOI – 2020
- Brancati, Telespazio: dalle Telecomunicazioni satellitari alla guida autonoma. Storia ed evoluzione di un satellite service provider, Master in Istituzioni e Politiche Spaziali – SIOI – 2020

• G. Arrigo, Materiale del modulo Strategico, Master in Istituzioni e Politiche Spaziali – SIOI – 2020

- <https://www.astronautinews.it/2017/12/trump-riporta-la-luna-al-centro-dei-programmi-nasa/>
- <https://formiche.net/2020/04/trump-luna-spazio-commerciale/>
- <https://www.aerospacelombardia.it/wp-content/uploads/2020/04/Trump-vuole-sfruttare-commercialmente-la-Luna.pdf>
- <https://www.astronautinews.it/2018/02/lamministrazione-trump-presenta-la-proposta-di-bilancio-nasa-per-il-2019/>
- <http://www.opinione-pubblica.com/nasa-trump-sulla-luna-quali-soldi/>
- https://media.defense.gov/2020/Jun/17/2002317391/-1/-1/1/2020_DEFENSE_SPACE_STRATEGY_SUMMARY.PDF
- <https://formiche.net/2020/06/strategia-usa-guerre-stellari/>
- <https://www.astronautinews.it/2018/06/space-policy-directive-2-e-3-largo-ai-privati-e-lotta-ai-detriti-spaziali/>
- <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-donald-j-trump-reforming-modernizing-american-commercial-space-policy/>
- <https://aliveuniverse.today/flash-news/missioni-spaziali/4530-la-us-space-force-americana-si-addestra-al-combattimento>
- <https://www.globalscience.it/10562/trump-firma-per-larmata-spaziale/>
- <https://www.msoithepost.org/2019/08/07/gli-stati-uniti-si-dotano-di-una-united-states-space-force/>
- <https://www.astrospace.it/2020/05/22/quanto-e-costata-alla-nasa-la-nuova-dragon-di-spacex/>
- https://www.lescienze.it/news/2019/03/04/news/crew_dragon_spacex_cambiamento_voli_spaziali_stati_uniti-4318924/
- <https://www.scientificamerican.com/article/spacexs-crew-dragon-signals-sea-change-in-u-s-spaceflight/>
- https://rep.repubblica.it/pwa/affari-e-finanza/2020/06/07/news/l_odissea_nello_spazio_e_ormai_un_affare_per_miliardari_privati-258448626/
- <https://books.google.it/books?id=GWaTDwAAQBAJ&pg=PA34&lpg=PA34&dq=gli+imprenditori+della+new+space+economy+in+usa&source=bl&ots=J3Ng78vcYO&sig=ACfU3U3z7JOeqPaefVJT8e6Wjrjgeb4w&hl=it&sa=X&ved=2ahUKEwis9s3hpKfqAhUdQRUIHaR0APEQ6AEwA3oECAkQAQ#v=onepage&q=gli%20imprenditori%20della%20new%20space%20economy%20in%20usa&f=false>
- <https://www.airpressonline.it/11812/la-nuova-space-economy/>
- <https://www.economyup.it/startup/10-startup-venture-capital-made-in-usa-piu-valutate/>
- <https://www.linkiesta.it/blog/2020/02/space-economy-sannini-su-beebazit-la-vera-space-economy-la-fanno-le-p/>
- <https://forbes.it/2020/01/17/spazio-investimenti-record-2019-lotta-tra-bezos-ed-elon-musk/>
- https://www.hwupgrade.it/news/scienza-tecnologia/oneweb-concorrente-di-spacex-starlink-vicina-al-fallimento_88183.html
- https://www.wired.it/internet/tlc/2019/02/28/internet-spazio-oneweb-satelliti/?refresh_ce=

- <https://arstechnica.com/features/2020/05/the-numbers-dont-lie-nasas-move-to-commercial-space-has-saved-money/>
- <https://www.forbes.com/sites/alexknapp/2020/01/16/space-industry-investments-hit-record-high-as-venture-capital-seeks-the-next-spacex/#75d528677f9f>
- <https://spacenews.com/tag/venture-capital/>
- <https://www.astronautinews.it/2017/11/spacex-vorrebbe-piu-finanziamenti-governativi-per-il-bfr-e-bfs/>
- <https://www.astronautinews.it/2008/04/spacex-vince-contratto-nasa/>
- “Guida dell’utente alla definizione di PMI”, Commissione Europea; raccomandazione 2003/361/CE della Commissione
- <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-space-programmes/>
- https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_18_4022
- <https://www.copernicus.eu/it/opportunita/le-start>
- https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/How_to_do/The_basic_principles_of_ESA_s_procurement_approach
- http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2017/01/ESA_budget_2017_by_domain,
- http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2018/01/ESA_budget_2018_by_domain,
- https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/01/ESA_Budget_by_domain_2019
- https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/01/ESA_budget_by_domain_2020
- https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/Space19plus_charts.pdf
- D. Bertolotto, “The Upstream Segment: the Space Sector World Landscape, actors of the Supply side”, Master in Istituzioni e Politiche Spaziali – SIOI – 2020
- Piano Triennale delle Attività ASI 2020-2022
- The Space Economy at a Glance 2014 – OECD
- Handbook on measuring the Space Economy
- Piano Strategico Space Economy - Quadro di posizionamento nazionale Ver. 1.0
- https://www.huffingtonpost.it/2016/11/05/spazio-battiston-asi_n_12688360.html
- Piano Imprese e Competitività - Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020
- Start-Up Space - Rising Investment in Commercial Space Ventures, The Tauri Group, 2016
- Libro Bianco per la Sicurezza internazionale e la Difesa, Ministero della Difesa, 2015
- Jean-Pierre Darnis et al., Il futuro delle capacità satellitari ai fini della sicurezza in Europa: quale ruolo per l’Italia?, Ed. Nuova Cultura, 2016
- Statuto dell’Agenzia Spaziale Italiana
<https://www.asi.it/wp-content/uploads/2019/10/Statuto-per-pubblicazione-su-sito-ASI.pdf>

- D. Bertolotto, “The integration of the Space Value Chain: Space Economy, New Space and the Italian approach”, Master in Istituzioni e Politiche Spaziali – SIOI – 2020
- Triennale Delle Attività ASI 2018-2020
- <https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/space-economy>
- OECD - The Space Economy at a Glance 2011
- ASD EUROSPACE - Facts & figures, October 2019 - press release
- Post 2030-Agenda and the Role of Space The UN 2030 Goals and Their Further Evolution Beyond 2030 for Sustainable Development
- ASD EUROSPACE - Facts & figures, June 2017
- ASD EUROSPACE - Facts & figures, June 2019
- Strategia nazionale di sicurezza per lo spazio

SEZIONE SOCIO-ECONOMICA

THE ROLE OF THE GLOBAL VALUE CHAIN'S SPACE ACTORS IN THE NEW SPACE COMPETITION: OUTLOOKS, OPPORTUNITIES AND CRITICALITIES OF THE NEW SPACE MODEL AS A CONTAINING OR ACCELERATING FACTOR FOR GEOPOLITICAL CONFRONTATION IN THE EIGHTH CONTINENT? *

JULIAN CANETTIERI – GIOVANNI FALCUCCI – NICCOLÒ INVIDIA
FEDERICO SACRIPANTE – RICCARDO SALABÈ

SUMMARY: Chapter 1. New Space Economy: An overview of the space's industry evolution. – 1.1. Private Actors in the New Space Economy. – 1.1.1. The Private Actors of New Space and the vertical integration of the supply chain. – 1.1.2. The increasing presence of Start-ups in New Space economy. – 1.1.3. New Space and National Agencies: Reinventing institutions on the wake of a new era. – 1.2. Conclusions. – 1.3. Bibliography. – Chapter 2. The polarization of the space system. – 2.1. Introduction. – 2.2. Why the bipolar theatre is back in space. – 2.2.1. The dark side of the Moon: The rise of China. – 2.2.2. The USA resilience. The strategic dilemma between cooperation and competition. – 2.3. Bibliography. – Chapter 3. The upstream segment. – 3.1. Introduction. – 3.2. Italy. – 3.3. Europe. – 3.4. USA. – 3.5. Russia. – 3.6. China. – 3.7. Conclusions. – 3.8. Bibliography. – Chapter 4. The downstream segment. – 4.1. Limitations. – 4.2. Introduction. – 4.3. Analysis per sector. – 4.3.1. Navigation (NAV). – 4.3.2. Satellite Communications (SATCOM). – 4.3.3. Earth Observation (EO). – 4.3.4. Space mining. – 4.3.5. Space tourism. – 4.4. Analysis per Country/Region. – 4.4.1. Europe. – 4.4.2. Italy. – 4.4.3. USA. – 4.4.4. People's Republic of China. – 4.4.5. Russia. – 4.5. Conclusions. – 4.6. Bibliography. – Chapter 5. Closing Remarks. – 5.1. Intro- Space 3.0, a place of cooperation or conflict? – 5.2. The worst-case scenario: Conflict and oligopolies. – 5.3. The positive scenario: Cooperation and democratization. 5.4. Conclusions.

CHAPTER 1

NEW SPACE ECONOMY: AN OVERVIEW OF THE SPACE'S INDUSTRY EVOLUTION

If the exploration and the exploitation of space had begun under the monopoly of States, the third millennium is showing a firm change of course, leading to a new role for private actors in the industry. This phenomenon is described as New Space, namely the last evolution experienced by the space sector. According to the definition provided by the European Space Agency (hereinafter ESA), New Space era is

* Il presente lavoro è stato redatto sotto la supervisione della Dottoressa Delfina Bertolotto.

defined by the «interaction between governments, private sector, society and politics»¹. The aforementioned definition underlines one of the relevant differences between this new stage of the space sector evolution and the previous ones: the role and the relationship between institutional and private actors, which will be the focus of the current analysis. Moreover, the dynamics of New Space have transformed space products and services in consumer goods, reducing the barriers of access to them, thus allowing private consumers to enter into the space markets.

Since its beginnings, space activity was essentially conducted by States pursuing strategic, political and scientific objectives². Given the high investments required and the access costs, the space sector had experienced a scarce presence of private actors. Besides some niches, as perhaps the satellite communication and launch service segments, the market was considered unsuitable for commercial exploitation and hardly deemed profitable due to its high developments costs. The *quasi* monopoly that Agencies and States had over the space sector resulted in an industry resistant to the disruptiveness of change and innovation and cautious with the spending of private financial capitals, as opposed of what it appears to be New Space³. This is a brief definition of what it is now commonly referred to as 'Old Space' and it will be the one employed in the analysis. Indeed, if the dawn of space exploration entailed an almost exclusive participation of States, i.e. the moon landing, and the subsequent stage was characterised by a solid international cooperation between national agencies, as proven with the International Space Station (hereinafter ISS), the latter evolution of the space industry is somewhat affecting the traditional positions vested by institutional players.

The dynamics that are reshaping the space sector are the same that challenge the former dominance of Institutions over privates. Indeed, it could be affirmed that a relevant part of the novelty brought by this last step of space's evolution is due to the increasing presence of private actors. With the entry of these new players, the sector is living a deep transformation that involves several aspects of the

¹ "What is Space 4.0?", accessed on 12/06/20; available at https://www.esa.int/About_Us/Ministerial_Council_2016/What_is_space_4.0

² A. Vernile "The Rise of Private Actors in the Space Sector Executive Summary" (ESPI, July 2017)

³ J. Achenbach, "Which way to space? Flights of fancy may launch the industry's future" (The Washington Post, 23 November 2013)

industry, ranging from the management of the supply chain to the modalities of procurement.

The present segment is aiming to provide the reader with an overlook on the new role that privates achieved in the developing space sector. Accordingly, the analysis will be divided in the following three main parts: the private sector's new actors and the New Space economy business models; the developing world of space start-ups; the evolving role played by national and international Institutions

The aspects analysed in the present dissertation were chosen taking into consideration what the economic literature indicated as the most relevant and disruptive aspects of New Space economy. The object of the present work is to provide the reader with a brief overview on the evolution and transformation of the space sector in the transition from 'Old Space' to New Space.

1.1. *Private Actors in the New Space Economy*.- As previously underlined, one of the key components of the New Space paradigm is the role of privates in the sector. The exponential increase of the presence of private actors in space exploration and exploitation is defining the new economic and political environment of space related activities. The following part of the analysis will focus on two aspects: the role of the so called 'incumbents'⁴, namely the pre-existing companies holding a relevant position in the sector, and the mechanisms which allowed the new private actors to vest a role of increasing importance in the sector. The following part will be dedicated to present the dynamics that are allowing an ecosystem of space start up to occupy a relevant position within the market.

Firstly, it seems appropriate to recall how the growth forecast for the space industry can justify the entrance of private actors within the sector. According to Morgan Stanley's and the Satellite Industry Association's estimates, the market for space activities was worth around 350 billion dollars in 2018⁵, with a forecasted leap to 1.1 and

⁴ Incumbents as defined by the Cambridge dictionary as an entity "*Holding a Particular Position in a Company, Industry, etc. at the Present Time* ." Cambridge Dictionary (CUP, 2020) Incumbent, accessed on 15/06/2020, available at <https://dictionary.cambridge.org/it/dizionario/inglese/incumbent>

⁵ OECD, "*The Space Economy in Figures, How Space Contributes to the Global Economy* " (OECD Publishing 05 July 2019) Chapter 1; Morgan Stanley "*A New Space Economy on the Edge of Lift-off*" (Morgan Stanley, 12 July 2019) accessed on 15/06/2020, available at <https://www.morganstanley.com/Themes/global-space-economy>>; Satellite

2.7 trillion of dollars in 2040⁶, according respectively to Morgan Stanley’s and Bank of America/Merryl Lynch’s forecasts. While the estimates were calling for a 5-11% growth of the market in the next years, today some further considerations ought to be made on the potential impact of the COVID-19 pandemic on the sector, which has affected, if not disrupted, global supply chains and international trade. Although not directly hit as other industries, such as aviation and tourism, the space sector is bearing the consequences of the pandemic. With launch activities postponed, the downsizing of operational missions and the critical financial predicament in which space companies have found themselves, it goes without saying that to meet COVID-19’s challenges the industry will be required to adapt to this new framework.⁷ Nevertheless, the space industry presents itself as diversified, hence COVID-19 could produce different outcomes on the specific markets. In order to further clarify the potential effects, the analysis will provide some brief examples of the impacts of COVID-19 on the specific markets, as follows. The effects on satellites’ upstream segment are forecasted to be negative on the demand, supply and private investments, it could thus be expected that the big players will have the economic strength to endure the crisis, while the SMEs could face great financial issues⁸. On the contrary, in the downstream segment, the market for Earth Observation services has shown an improvement, due to Governments relying on them to monitor the

Industry Association “2019 *State of Satellite Industry Report – Two Page Summary*” accessed on 15/06/2020 available at < <https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report/>

⁶ OECD, “*The Space Economy in Figures, How Space Contributes to the Global Economy*” (OECD Publishing 05 July 2019) Chapter 1; Morgan Stanley “*A New Space Economy on the Edge of Liftoff*” (Morgan Stanley, 12 July 2019) accessed on 15/06/2020, available at < <https://www.morganstanley.com/Themes/global-space-economy>; Bank of America Merrill Lynch “*To Infinity and Beyond – Global Space Primer*” (Bank of America Corporation, 30 October 2017) 1

⁷ L. Scatteia and Y. Perrot “*Resilience of the Space Sector to the COVID-19 Crisis*” (Price Water Coopers, April 2020); C. Henry “*Arianespace suspends French Guiana launches amid coronavirus response*” (SPACENEWS, 16 March 2020) available at <<https://spacenews.com/arianespace-suspends-french-guiana-launches-amid-coronavirus-response/>>; J. Foust “*Rocket Lab postpones launch because of coronavirus pandemic*” (SPACENEWS, 24 March 2020) available at <<https://spacenews.com/rocket-lab-postpones-launch-because-of-coronavirus-pandemic/>>; “*ESA scales down science mission operations amid pandemic*” (ESA Media Relations Office, 24 March 2020) available at https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/ESA_scales_down_science_mission_operations_amid_pandemic.

⁸ L. Scatteia and Y. Perrot “*Resilience of the Space Sector to the COVID-19 Crisis*” (Price Water Coopers, April 2020) 7.

development of the crisis⁹. It shall be taken into account that the improvements in this Downstream market will in turn positively affect, in the next future, the upstream satellite market. In an industry which is showing a general trend of resilience to the pandemic's outcomes, a sector in particular will be bearing the hardest consequences, namely Space Exploration. Given the fact that this particular segment still presents a predominance of institutional actors over privates, with the exception of SpaceX and Blue Origin, the already burdened budgets of space fairing nations could be impaired in finding the resources to finance Space Exploration¹⁰.

All in all, it could be affirmed that the space sector is showing some resilience to the effect of the COVID-19. Such resilience is mainly due to the presence of Institutional customers, which are supporting the demand in the sector. Moreover, the effects on private customers and suppliers are heterogenous: on one hand, consolidated private actors of the supply chain will probably have the capitals to overcome the crisis, thanks to institutionally funded programs they are part of, while SMEs could encounter greater difficulties in finding capitals, especially if they will not be backed by Governments. On the other hand, it can be forecasted that, until the markets and international trade will stabilise in the post-pandemic context, private customers will be wary in spending and investing in the sector. Concluding, if it seems difficult to foresee the consequences of COVID-19 on international relations and the global economy, it is even harder to evaluate the impact in an already changing sector such as the space industry. Nevertheless, it could be argued that the evolution due to the New Space framework has diversified the space sector and granted it the resilience, has previously mentioned, to manage the ongoing crisis.

1.1.1. The Private Actors of New Space and the vertical integration of the supply chain.- In the analysis of the role of the new private actors in the space value chain, it can be asserted that these actors have developed different business models that are fitting the challenges of New Space. Indeed, among the new players in the sector, it is possible to find entrepreneurs from the United States' IT sector that

⁹ L. Scatteia and Y.Perrot "Resilience of the Space Sector to the COVID-19 Crisis" (Price Water Coopers, April 2020) 9.

¹⁰ L. Scatteia and Y.Perrot "Resilience of the Space Sector to the COVID-19 Crisis" (Price Water Coopers, April 2020) 23.

are importing in the space industry business models from other sectors. The pursuit of profits by the private entities that are willing to play a role in the New Space economy induces to applying frameworks that were proven successful in other industries, such as informatics and automotive.

Among the new business solutions that are now being tested by privates in New Space, the vertical integration of the supply chain has spurred some interest. According to Webster's Dictionary, vertical integration consists of «the combining of manufacturing operations with source of materials and/or channels of distribution under a single ownership or management specially to maximize profits»¹¹.

This business model has been adopted by the some of the 'new players' of New Space for several reasons: firstly, vertical integration allows the company to protect the IP and know-how achieved in the production of the good. Secondly, by having the complete control over the supply and distribution chain, companies are able to cut down on costs and improve its efficiency.¹² SpaceX has developed its supply chain in a vertical integrated fashion, allowing the company to produce in house around 70% of the components necessary. It must be considered that private companies have managed to develop a vertically integrated supply chain thanks to technological innovations that helped streamlining the supply chain, such as automation and 3d printing.

The vertical integration business model has been applied also to the upstream segment for the small satellites sector. Planet, Satellogic and Capella Space have already adopted this approach, choosing to develop, manage and operate their supplies completely in-house. The size of the constellations, comprehensive of satellites by the order of hundreds, if not thousands, is allowing those businesses to cut costs due to the large-scale manufacturing. Moreover, by controlling in large part or the entirety of the supply chain, producers are able to ensure a higher degree of quality control, which is deemed necessary given that a number of the components are still in the early stages of their development¹³.

¹¹ Merriam-Webster Dictionary "*Vertical integration*" avccessed on 16/06/2020, available at <https://www.merriam-webster.com/dictionary/vertical%20integration>.

¹² Bryce Space and Technology "*New Kids on the Block – How New Start-up Space Companies Have Influenced the U.S. Supply Chain*" (Bryce Space and Technology, 2017) 11.

¹³ C. Williams, J. Wallace and J. Shulman "*Corporate Motivations for Vertical Integration – A Parametric Assessment of Make vs. Buy Acquisition Approaches for Small Satellite Constellations*" (SpaceWorks Enterprise, August 2018) 21.

Another factor that should be considered when deciding to vertically integrate the supply chain is transaction costs. The more a supply chain is globally fragmented, the higher are the chances of facing transaction costs. The latter could occur for several reasons, ranging from delays on the production schedule to geopolitical tensions, which could impair the distribution of the components.

Although vertical integration appears to be the optimal business model for the production of small satellites when some conditions are satisfied, such as the size of the constellation that allows large-scale manufacturing and higher standard of quality control, there are some *caveats* that should be well kept in mind. Indeed, the creation of a vertically integrated supply chain could become “a costly and near irreversible strategy,” which would require the operators not only to consider the actual market trends, but also to forecast the future changes in the industry¹⁴. Moreover, an integrated supply chain could lack of the flexibility necessary to respond to rapid changes in a competitive market, which is to be considered as one of the main characteristics of New Space economy¹⁵. Furthermore, the development of an in-house supply chain could increase the costs, or in extreme cases limit the possibility of introducing key components of highly specialised manufacturers in the assembly line¹⁶. Nevertheless, as of today, this business model is proving its worth within the framework of New Space.

1.1.2. *The increasing presence of Start-ups in New Space economy.*- Along with the evolution and changes occurred among the private companies of the New Space economy, it is possible to witness a growing number of space-related start-ups embracing the principles and opportunities offered by the sector. Such phenomenon was enabled by private and public financing which reached 5.7 billion of dollars in 2019 and a total of 135 companies benefited of these funds¹⁷. Although the private financing trend in New Space initiated in the United States of America, it seems relevant to point out that in

¹⁴ C. Williams, J. Wallace and J. Shulman “*Corporate Motivations for Vertical Integration – A Parametric Assessment of Make vs. Buy Acquisition Approaches for Small Satellite Constellations*” (SpaceWorks Enterprise, August 2018) 34.

¹⁵ Bryce Space and Technology “*New Kids on the Block – How New Start-up Space Companies Have Influenced the U.S. Supply Chain*” (Bryce Space and Technology, 2017). 12

¹⁶ Ibid. 12.

¹⁷ Bryce Space and Technology “*Start-up Space – Update on Investments in Commercial Space Ventures*” (Bryce Space and Technology, 2020) iii.

2019 the number of non-American companies that received private investments were 79 out of the 135 previously mentioned, almost doubling on 2018. If the market has been insofar dominated by American start-ups, among which SpaceX holds a primacy, it should be noted that a shift in the trend is occurring. Accordingly to Seraphim Space Index's estimates, in the second quarter of 2020 the investment in space start-ups rose by 56% for European companies and 25% for Asian based realities, while it fell by a margin of 20% for US companies¹⁸. Although the increasing level of investments in Europe calls for optimism, it should be taken into account that the investments which American companies can have access to are quantitatively greater than what is offered to their European counterparts, respectively adding to 2,29 billion and 276 million dollars.

The justification for the difference in investment's levels between the two continental realities can be found in the demand for the services offered. It has been argued by the very same actors that the European demand is too fragmented among the different national agencies, which affects the possibility of scaling and, consequently, the growth of start-ups. As reported by the European Investment Bank, the lag of the European framework is also due to a risk-adversity approach upheld by European capital holders¹⁹, which would be mitigated by a stronger presence of institutional actors.

Even though New Space is still collecting a great amount of capitals world widely, nonetheless some commentators did suggest that this trend will slowly fade out, given that since 2015 «about three-quarters of venture backed firms in the US don't return investors' capital»²⁰.

Indeed, the role of Governments and International Organisations in the Start-up sector has been more than significant. Industrial policies aiming to create an environment of space start-ups call for direct investments as much as the awarding of contracts to these small realities. The European Investment Bank decided to invest directly in the sector through the European Investment Fund and created a space

¹⁸ Seraphim Capital "*Seraphim Space Index Q2 2020 – Sector Showing Resilience*" accessed on 13/10/20, available at <https://seraphimcapital.com/seraphim-space-index-q2-2020-sector-showing-resilience/>.

¹⁹ A. de Concini, J. Toth and S. Dustdar "*The Future of the European space sector – How to leverage Europe's technological leadership and boost investments for space ventures*" (European Investment Bank, 2019) 85

²⁰ Bryce Space and Technology "*Start-up Space – Update on Investments in Commercial Space Ventures*" (Bryce Space and Technology, 2020) vi

financing lab to provide guidance for new private actors willing to invest in space start-ups²¹. ESA launched the Business Incubation Centres in 2003 with the objective of creating a thriving European ecosystem for the space industry²². The program consisted in the access for start-ups to direct and external funding, preferred access to technical expertise and a network of technology brokers across the European space industry. The ESA's effort in harvesting a space start-up European ecosystem were also backed by the European Investment Bank Group willing to «attract, pool and channel financing with the aim of increasing investment in the European space sector, thus helping (...) European companies to grow and become globally competitive»²³. Such efforts have been shared at the European Union level, with the Commission's initiative InnovFin Space Equity to support the growth of European SMEs in the space sector²⁴, as well as on a national level, with the Italian CDP Venture Capital contributing to the creation of 'Primo Space Fund', destined to harvest Italian space startups²⁵.

It should be noted that, even though the Italian and European industry is a leader in the space sector and the competencies in the sector are globally acknowledged, there could be some difficulties in coordinating the European market which could impair its competitiveness *vis à vis* the rising Chinese and American markets²⁶. Therefore these initiative are more than welcomed to spur, on a

²¹ Seraphim Capital “*Seraphim Space Index Q2 2020 – Sector Showing Resilience*” accessed on 13/10/20, available at <<https://seraphimcapital.com/seraphim-space-index-q2-2020-sector-showing-resilience/>>

²² European Space Agency “*ESA Business Incubation Centres* “ accessed on 18/06/2020, available at http://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Business_Incubation/ESA_Business_Incubation_Centres12 >

²³ Joint Statement of the European Space Agency and the European Investment Bank (10/07/2018) accessed on 18/06/2020, available at <https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/Joint_Statement_of_the_European_Space_Agency_and_the_European_Investment_Bank>

²⁴ European Investemen Fund, *InnovFin Equity* accessed on 19/06/2020, available at <http://www.eif.europa.eu/what_we_do/equity/single_eu_equity_instrument/innovfin-equity/index.htm>

²⁵ Cassa Depositi e Prestiti “*CDP Venture Capital investe 21 milioni di euro in PSF, un fondo di innovazione dedicato alla ‘space economy’*” (Press Release 01/04/2020) accessed on 19/06/2020, available at <https://www.cdp.it/sitointernet/it/comunicati_stampa.page>

²⁶ A. Sannini “*La vera space economy la fanno le pmi. Che potrebbero diventare polo di aggregazione di ‘startup spaziali.’*” (Bebeez, 28 Febbraio 2020) accessed on 18/06/2020, available at <<https://bebeez.it/2020/02/28/la-vera-space-economy-la-fanno-le-pmi-potrebbero-diventare-polo-aggregazione-startup-spaziali/>>

national and European level, interest for space-related start-ups and to develop private financing mechanisms to support the sector.

In considering the high investment costs and risks that the space industry presents and adding to it the uncertainties by which start-ups are inherently characterised, the question of how these new business model can manage to grant profits and revenues rises spontaneously.

It could be argued that one of the reasons that allow space startups to become an economically viable investment in New Space, is the recent trend of resorting to commercial off the shelf components (hereinafter COTS). The introduction of COTS in a startup's supply chain has proven itself as a popular business strategy, in light of the appeal exercised thanks to the components' characteristics²⁷.

The possibility to resort to elements already space-qualified, usually in large-scale, ensures a reduction of costs. Moreover, even when the components' quality is not '*space-ready*', the adaptation process does not usually overcome the costs of developing and manufacturing one from scratch. It can be taken as an example the development of ArduSat CubeSat relying on Arduino's components, consisting of a circuit board vastly distributed and employed, therefore offering an acceptable level of quality²⁸. In light of the experience accumulated in producing and distributing micro-electronics, some companies have «gone the extra step to radiation harden the components for use in space»²⁹.

In addition, it should be underlined that the very same companies producing COTS could directly benefit of the *space-readiness* quality adaptation of their components. This was the case with INNALABS, an Irish company that manufactured gyroscopes for the automotive industry. Thanks to the ESA support and guidance, the company decided to level up the quality of its product, making them apt for space missions. The advancements reached with the improvements

²⁷ Bryce Space and Technology "*Start-up Space – Update on Investments in Commercial Space Ventures*" (Bryce Space and Technology, 2020) 13

²⁸ Bryce Space and Technology "*Start-up Space – Update on Investments in Commercial Space Ventures*" (Bryce Space and Technology, 2020) 14; P. Plait "*Kickstart your way to an experiment on a satellite!*" (Discover, 15 June 2012) accessed on 19/06/2020, available at <https://www.discovermagazine.com/technology/kickstart-your-way-to-an-experiment-on-a-satellite>.

²⁹ Bryce Space and Technology "*Start-up Space – Update on Investments in Commercial Space Ventures*" (Bryce Space and Technology, 2020) 14; J. Debes, R. Harrington, R. Cobb, and J. Black. "*Small satellites increasingly tapping COTS components.*" 25th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites.

were so significant that, when reintroduced in the automotive sector, they allowed INNALABS to gain market shares on its competitors.

Lastly, it should be mentioned that in the space start-ups environment there are some neglected and potentially highly profitable opportunities. If the hardware and manufacturing sectors have already sparked the investors' interest, the new frontier could be individuated in the downstream data management part. Indeed, programs as Copernicus and Galileo are harvesting incredible amounts of data and, as of today, such resources are not sufficiently exploited, according to some commentators, which are suggesting that this field could allow the European space industry to fill the gap with its competitors³⁰.

1.1.3. *New Space and National Agencies: Reinventing institutions on the wake of a new era.*- During the first sixty years of the space industry, the financial and technological challenges of human exploration and economic exploitation of the cosmos were met solely by national agencies. The public funding fuelled the greatest achievements that mankind pursued *vis-à-vis* space and the Agencies' mandate has guided the development of the sector. The economic efficiency of the institutionalised space programs was not pivotal in the management of the capitals that were afforded by States, given that the pursued aims were more scientific and strategic progress than economic development.

It should be considered indeed that the activities of National Agencies answered also to geopolitical and strategic needs. The spending dedicated to Cold War's era 'space race' was justified in the eyes of the public opinion in light of its declared scope of earning the supremacy in space related sectors. The huge investments put in place by space faring nations ended up creating the adequate environment for the development of a private sector, although its increasing relevance in the space domain has soared later on, in the first decade of the third millennium.

Among other relevant factors, the 2008 financial crisis could have ignited the growth of private actors in space. The market was mature enough to become profitable, the technology had reached an

³⁰ Seraphim Capital "*Seraphim Space Index Q2 2020 – Sector Showing Resilience*" accessed on 13/10/20, available at <https://seraphimcapital.com/seraphim-space-index-q2-2020-sector-showing-resilience/>.

economically adequate stage of development and the weight of the global crisis on national funds called for some changes in the sector.³¹

To understand the new relationships between the private sector and national agencies, it could be useful to briefly analyse how the public procurement processes appeared before New Space started to take hold.

The traditional mechanism of procurement, which characterised the sector up until the New Space, actually appeared to be inadequate to the new course. The OECD defines public procurement as "the purchase by governments and state-owned enterprises of goods, services and works"³². The public procurement in the space sector has always played a relevant role in harvesting a national industrial base, stimulating innovation and creating the initial demand required to develop a market³³.

Accordingly, the traditional approach to public procurement in the space sector entailed a direct negotiation between the public entity and the private contractor with the application of the 'cost plus fee' type of price, where the contractor is reimbursed for all the expenses of the project, plus an additional fixed fee. This pricing mechanism translated the costs and the risks on the public entity, reimbursing the contractor, usually a prime, for the total expenses and adding to it the profits necessary to the private entity, leaving the "technological risk" of the R&D procurements fully charged to the public customer³⁴. It is clear that this type of contract played a central role in the development of the industry by funding missions and programs which entailed a high degree of risk and economic uncertainties³⁵. Yet, it has been argued that this business model would produce "little incentive to

³¹ M. Tugnoli and L. Wells, "*ESPI Report 70 - Evolution of the Role of Space Agencies*" (ESPI, October 2019) accessed on 10/06/2020, available at <<https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports>>

³² OECD, "*Public procurement*" accessed on 14/06/20 available at <<https://www.oecd.org/governance/public-procurement/>>

³³ OECD, "*Space and Innovation*" (OECD Publishing 2016) 74, accessed on 12/06/2020, available at https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/space-and-innovation_9789264264014-en#page74.

³⁴ M. Tugnoli and L. Wells, "*ESPI Report 70 - Evolution of the Role of Space Agencies*", October 2019. All rights reserved" accessed on 10/06/2020, available at <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports>.

³⁵ O. Gurtuna "*Fundamental of Space Business and Economics*" (Springer Business & Media, 2013)

control the project costs,” thus bearing the risk of some inefficiencies³⁶.

While entering in New Space, the procurement framework changed drastically, leading to new dynamics between institutions and private players of the sector.

This new approach to space was firstly embraced by NASA. In the second decade of the 2000s, the private-public partnership (hereinafter PPP) framework was developed in the United States’ space sector, engaging with the new actors entering in the market such as SpaceX. The PPP framework is inherently different from the traditional procurement scheme: it does provide for more discretion upon the contractor, hence a lesser degree of control by the agency against a co-investment and an increased risk-taking obligation on him.

The higher degree of performance and schedule risks that this new legal framework entailed for public agencies (risks shared with the private partner) was balanced out by the savings demonstrated by this new approach, with respect to the great cost overruns that the previous one entailed, as shown in the chart below³⁷.

	Per-Seat Cost (millions inflation adj)
Shuttle Orbiter	\$170 million
Soyuz	\$90 million
Crew Dragon	\$60 - \$67 million
Starliner	\$91 - \$99 million
Orion	\$291 million

In order to compare the difference in the efficiency between the two approaches, it is necessary to compare the costs between the institutionally backed program and the ones in PPP with private actors. In the list above, the Orion program (the Crew and cargo vehicle for Moon transportation) is developed according to the ‘Old

³⁶ O. Gurtuna “*Fundamental of Space Business and Economics*” (Springer Business & Media, 2013). 89

³⁷C. Dreier “*NASA’s Commercial Crew Program is a Fantastic Deal*” (The Planetary Society, 19/05/2020) accessed on 13/06/2020, available at <https://www.planetary.org/blogs/casey-dreier/2020/nasas-commercial-crew-is-a-great-deal-for-the-agency.html>.

Space' procurement framework, namely a cost plus program, as it was the Space Shuttle in the seventies, while Crew Dragon and Starliner are the crew commercial vehicles developed in PPP for the procurement by NASA of astronauts transportation services to the International Space Station.

It has been estimated that the development of the Ares I rocket, the crew launch vehicle that NASA was initially developing for the Orion capsule with a fairing capacity of 25 metric tons, would have requested funds in the order of 20 billion of dollars, against the cost of 396 million for SpaceX's cargo service, both launcher and capsule included³⁸. While the saving are undebatable, some further considerations are in place: the possibility of commercializing cargo services for space is due to the fact that those vehicles are no longer public-owned, and therefore, being the assets owned by the private developers, they are free to provide the same transportation services to the general audience on a commercial basis. Thus it becomes an economically viable space business for the private sector³⁹.

Is this new procurement framework going to bridge the gap between 'Old Space' and New Space economy and shape the future developments in space exploration? At the present time, this could be considered a concrete possibility.

Therefore, some guidelines should be set for national agencies willing to embrace the evolutions ongoing in the space sector.

As said, a key characteristic of the New Space economy would be the involvement of private actors, provided that States will be able to provide the adequate context for these actors to thrive⁴⁰. This has been the case of New Zealand, which created the national space agency in 2016 with the mandate of attracting space companies and to develop the national private industry. The efforts of the New Zealand Government ultimately paid off, with Rocket Lab establishing its spaceport within the country.

³⁸ E. Berger "The numbers don't lie – NASA's move to commercial space has saved money" (Ars Technica, 20/05/2020) accessed on 14/06/20.

³⁹ C. Dreier "NASA's Commercial Crew Program is a Fantastic Deal" (The Planetary Society, 19/05/2020) accessed on 13/06/2020, available at <https://www.planetary.org/blogs/casey-dreier/2020/nasas-commercial-crew-is-a-great-deal-for-the-agency.html>.

⁴⁰ A. Merhaba, M. Ainardi, T. Aebi, H. Khairat "The Space Agency in the Era of Space 4.0: a Key Space Sector Enabler" (Arthur D. Little Luxembourg, March 2019) accessed on 14/06/2020, available at https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_space_agency-min.pdf.

Moreover, national agencies should address the private actors towards sectors of space exploration and exploitation under conditions that make these enterprises economically sustainable⁴¹. This is what NASA is been doing in its new strategy for Low Earth Orbit (LEO) commercial exploitation, as well as Moon exploration: the Agency is involving the private sector in the Low Earth Orbit (hereinafter LEO) activities, resorting to privates' crew and cargo transportation services to the ISS, as well as private operators for the exploitation of LEO. Moreover, NASA is currently involving private actors in its most ambitious program: Artemis. With the exception of the Space Launch System and the Orion program, the Agency is resorting to the PPP framework to develop all the other elements of the Artemis program.

In conclusion, it is undisputable that New Space will demand to the entire space sector an effort to adapt to new industrial, economic and cultural frameworks. The ongoing and incoming changes are going to give a new shape to the role of institutions and agencies, launching them in the dynamics of New Space. Starting from the procurement mechanism and then moving towards the creation of a legal, regulatory and financial environment that will allow private realities to grow and blossom, by playing a robust role of anchor customer while keeping in mind the private companies' increasing importance, it can be argued that institutional actors will always be vested of the utmost relevance in the development of New Space industry.

1.2. *Conclusions.*- The scope of the present analysis is to briefly provide the reader with an introduction to New Space by comparing the effects of this recent evolution on the space industry with its former framework. It shall be noted that, giving the fast-paced changes that occur within this particular realm, the mechanisms and dynamics of New Space are all but set, hence leaving to researchers further investigations on the potential outcomes that this evolution will lead to.

The first objective of the present analysis was to focus on the changes that have occurred in the private sector. Notably, the pandemic due to COVID-19 affected the private sector and New Space economy in general, therefore it has been deemed appropriate to offer

⁴¹ A. Merhaba, M. Ainardi, T. Aebi, H. Khairat "*The Space Agency in the Era of Space 4.0: a Key Space Sector Enabler*" (Arthur D. Little Luxembourg, March 2019)

the reader an overview on the resilience of the space sector to such crisis. Although it is not possible to overlook the latter's negative impact, it has been found that the New Space economy has been so far rather resilient to the pandemic, implying a possibility of a speedy recovery from the situation. Subsequently, this part of the analysis has focused on the new private actors that are now redefining the structure of space economy. A number of factors have played a key role supporting the private businesses' presence, among them the adoption of business models from other industries, the automation of the production processes and the vertical integration of the supply chain. These elements in particular could be the cornerstones of the private sector's structure in New Space economy. The analysis of the private sector would have not been complete without mentioning space SMEs and startups. Beyond the possible financial strains that could affect them in the future due to the recent pandemic, SMEs and startups have played a relevant role in the space sector so far. Such phenomenon has been made possible thanks to new institutional and private mechanisms which allowed these companies to access capital and funds, and to innovative production models such as the use of COTS components, which allowed them to lower development costs and stay on the market.

Lastly, the present analysis could not overlook the role of Agencies, which have shaped the 'Old Space' framework and are still playing a leading role in the space industry. It is common understanding that to embrace the evolution represented by New Space, Agencies would have to adapt to a new framework. Although this evolution is still ongoing, some relevant modifications have already manifested. The procurement mechanism appears to be an evolution not only of the contractual dynamics that have occurred in 'Old Space' but also a crucial modification in the mindset and approach of institutional players towards private actors. By changing the procurement from a cost plus to a fixed price framework and by sharing the costs and risks with the contractors, Agencies have proved as feasible to downsize costs and to benefit from a more risk oriented attitude showed by new private actors. Accordingly, this evolution has proven itself extremely valuable and efficient, facing the financial difficulties that have impaired Governments investments at the star of the century. Moreover, the same Agencies have understood the relevance of SMEs and start-ups in New Space, thus committing

themselves to create a favourable environment to harvest the growth of these private realities.

Concluding, it can be argued that New Space is a frontier the industries and societies are reaching. The potentialities that the new space ecosystem is showing could lead far beyond what we have imagined so far, with surprising evolutions. If the private sector and the institutional actors will be able to fully embrace the ongoing and incoming changes, it could be safe to say that the New Space context will be not only beneficial to Earth economies and Outer Space exploration and exploitation, but also to mankind's evolutionary advancement.

The dissertation which follows will be dedicated to examine how the dynamics triggered by the New Space commercial competition are going hand in hand and interact with those raised by the new space confrontation at geopolitical level.

1.3. Bibliography

A. de Concini, J. Toth and S. Dustdar “*The Future of the European space sector – How to leverage Europe’s technological leadership and boost investments for space ventures*” (European Investment Bank, 2019).

A. Merhaba, M. Ainardi, T. Aebi, H. Khairat “*The Space Agency in the Era of Space 4.0: a Key Space Sector Enabler*” (Arthur D. Little Luxembourg, March 2019).

A. Sannini “*La vera space economy la fanno le pmi. Che potrebbero diventare polo di aggregazione di ‘startup spaziali.’*” (Bebeez, 28 Febbraio 2020).

A. Vernile “*The Rise of Private Actors in the Space Sector Executive Summary*” (ESPI, July 2017).

Bank of America Merrill Lynch “*To Infinity and Beyond – Global Space Primer*” (Bank of America Corporation, 30 October 2017).

Bryce Space and Technology “*New Kids on the Block – How New Start-up Space Companies Have Influenced the U.S. Supply Chain*” (Bryce Space and Technology, 2017).

Bryce Space and Technology “*Start-up Space – Update on Investments in Commercial Space Ventures*” (Bryce Space and Technology, 2020).

C. Dreier “*NASA’s Commercial Crew Program is a Fantastic Deal*” (The Planetary Society, 19/05/2020).

C. Henry “*Arianespace suspends French Guiana launches amid coronavirus response*” (SPACENEWS, 16 March 2020).

C. Williams, J. Wallace and J. Shulman “*Corporate Motivations for Vertical Integration – A Parametric Assessment of Make vs. Buy Acquisition Approaches for Small Satellite Constellations*” (SpaceWorks Enterprise, August 2018).

Cassa Depositi e Prestiti “*CDP Venture Capital investe 21 milioni di euro in PSF, un fondo di innovazione dedicato alla ‘space economy’*” (Press Release 01/04/2020).

E. Berger "*The numbers don't lie – NASA's move to commercial space has saved money*" (Ars Technica, 20/05/2020).

ESA scales down science mission operations amid pandemic" (ESA Media Relations Office, 24 March 2020).

European Space Agency "*ESA Business Incubation Centres*".

J. Achenbach, "*Which way to space? Flights of fancy may launch the industry's future*" (The Washington Post, 23 November 2013).

J. Debes, R. Harrington, R. Cobb, and J. Black. "*Small satellites increasingly tapping COTS components.*" 25th Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites.

J. Foust "*Rocket Lab postpones launch because of coronavirus pandemic*" (SPACENEWS, 24 March 2020).

Joint Statement of the European Space Agency and the European Investment Bank (10/07/2018).

L. Scatteia and Y. Perrot "*Resilience of the Space Sector to the COVID-19 Crisis*" (Price Water Coopers, April 2020).

M. Tugnoli and L. Wells, "*ESPI Report 70 - Evolution of the Role of Space Agencies*" (ESPI, October 2019).

Morgan Stanley "*A New Space Economy on the Edge of Lift-off*" (Morgan Stanley, 12 July 2019).

O. Gurtuna "*Fundamental of Space Business and Economics*" (Springer Business & Media, 2013).

OECD, "*Public procurement*".

OECD, "*Space and Innovation*".

OECD, "*The Space Economy in Figures, How Space Contributes to the Global Economy*" (OECD Publishing 05 July 2019).

P. Plait "*Kickstart your way to an experiment on a satellite!*" (Discover, 15 June 2012).

Satellite Industry Association "*2019 State of Satellite Industry Report – Two Page Summary*".

Seraphim Capital "*Seraphim Space Index Q2 2020 – Sector Showing Resilience*"

CHAPTER 2

THE POLARIZATION OF THE SPACE SYSTEM

2.1. *Introduction.*- Nearly fifty years after the first space missions, in 2003 China launched an astronaut in space, challenging the supremacy of the United States and becoming their peer competitor. The challenge has become military as well as economical in 2007, after the Chinese anti-satellite demonstration, considered as a threat to national security, in the American political and military discourse⁴².

There has also been a decline of the Russian space activities: Moskow has been unable to suit in the new paradigms of the New Space. As already mentioned before, this new economy concept is marked by the advent of the private companies that have become the drivers for innovation and economic development. Russia focused on public space sector and consciously chose not to establish a competitive private space sector, which is resulting in the continuous loss of competitiveness of its space manufacturing industry in civil markets.

Also the European space agencies have struggled to keep up, due to the difficulties related to the new environment, in which the American companies dominate the New Space sector. Indeed, the vast majority of the investment in the space sector has been made in the USA: the American private companies have had an economic boom, taking advantage from a combination of markets, technology and support for ventures in general⁴³.

Nonetheless, a closer look shows that in the meantime China has become more assertive. In the last five years the Chinese market has had a dynamic rise and new private companies were established, in addition to the Chinese incumbents. Moreover, there has been an increase of the funding allocated to the space sector. The People's Republic of China (hereinafter PRC) space budget is, at the date, three times bigger than the Russian one, although far less than the USA

⁴² C. Hunter, *The Rise of China in Space: Technopolitical Threat Construction in American Public Policy Discourse*, p. i, 2018, accessed on 16/06/20, available at research-information.bris.ac.uk/ws/portalfiles/portal/183271194/Final_Copy_2018_09_25_Hunter_C_PhD.pdf.

⁴³ J. Foust, *Assessing China's Commercial space industry*, 2020, accessed on 16/06/20, available at <https://www.thespacereview.com/article/3872/1>.

budget.⁴⁴ However, some authors say that, despite the net worth of the Chinese annual space budget, given its low costs in labor and other added service, it may enjoy advantage in future⁴⁵.

The rise of China has led to a new bipolar system in which no other state among the space faring nations is able to challenge the two major superpowers. Their rivalry contains political, military, strategic, economic, and technological competition and outer space is one of the privileged contexts for this race⁴⁶: the USA strategists are concerned that the Chinese advance has created a new possible battleground, besides cyberspace and South China Sea⁴⁷.

The New Space paradigm and dynamics resulted in an uncertain scenario in which China and the US are facing the choice between cooperation or competition. The US tried to limit the cooperation with the Chinese companies, without the hoped results and China continued to enhance its space sector, creating parallel space programs. While the NASA reflects on the future of the International Space Station, China plans to launch its own space station – Tiangong 3 – in the next years, thus potentially able to rule out the USA⁴⁸. Indeed, the PRC aims to establish a manned space station by 2022 and a space-based solar power station by 2050 for its economic and energy needs and to explore outer space with the goal to land on Mars⁴⁹. The outer space exploration is part of the Chinese overall national development that, according to some experts, could bring a large amount of economical revenues⁵⁰.

In this uncertainty, the advent of private companies entails a further variable: the commercial space industry has been transformed in recent years by the explosion of private firms like Blue Origin,

⁴⁴ B. Wang, *China's Space Budget is Nearly Triple Russia's Budget but Far Less than the USA Budget*, 2019, available at <https://www.nextbigfuture.com/2019/07/chinas-space-budget-is-nearly-triple-russias-budget-but-far-less-than-usa.html>.

⁴⁵ N. Goswami, *China in Space: Ambitions and Possible Conflict*, in *Strategic Studies Quarterly*, 12, 1, 2018, p. 77.

⁴⁶ M. A. Kuo, *The Return of Bipolarity in World Politics*, 2019, accessed on 19/06/20, available at <https://thediplomat.com/2019/02/the-return-of-biopolarity-in-world-politics/>.

⁴⁷ Defense Intelligence Agency report, *Challenges to Security in Space*, 2019, p. 14, accessed on 02/07/20, available at www.dia.mil/Military-Power-Publications.

⁴⁸ See about the tension between USA and China at: C. Davenport, *Another front in the tensions between the U.S. and China: Space*, 2019, accessed on 04/07/20, available at <https://www.washingtonpost.com/technology/2019/07/26/another-front-tensions-between-us-china-space/>.

⁴⁹ N. Goswami, *China in Space: Ambitions and Possible Conflict*, in *Strategic Studies Quarterly*, 12, 1, 2018, p. 74.

⁵⁰ Ibid.

Virgin Galactic and SpaceX, supported by the government. The latter has attracted about 65% of the entire \$3 Billion global satellite launch market of 2018⁵¹. SpaceX and Blue Origin are the most supported companies by NASA, in this new procurement system⁵², but more than 130 space start-up received investment in 2019, increasing the amount by 38% over 2018⁵³.

2.2. *Why the bipolar theater is back in space.*- Although the United States are still dominating the space sector, many studies are focusing on the rise of China, after its openings to the private companies. Nonetheless, while the two superpowers are fostering the New Space Economy, the other players struggle to keep up.

The present segment is aiming to provide the reader with an overlook on the impact of the New Space on the geopolitics of the two main actors of the bipolar system. Accordingly, the analysis will be divided in the following two main parts: the meteoric rise of China and the USA resilience.

2.2.1. *The dark side of the Moon: The rise of China.*- The space activities in China started in the '70 and became quickly competitive in the next 20 years, focusing mainly on geosynchronous communication satellites, crucial for military and intelligence services⁵⁴.

In 1988 China created the Ministry of Aerospace Industry to coordinate and to have an overlook over all the aspects of the space sector. In 1992 the PRC recognized the strategic value of outer space and in 1993 the Ministry was split up to create the China National Space Administration (hereinafter CNSA) and the China Aerospace Science and Technology Corporation⁵⁵. In May 2013 China conducted a test with two micro-satellites performing proximity operations, intentionally “bumping” each other, a capability which only few states

⁵¹ C. Campbell, *From Satellites to the Moon and Mars, China Is Quickly Becoming a Space Superpower*, 2019, accessed on 24/06/20, available at <https://time.com/5623537/china-space/>.

⁵² A. Vernile, *The Rise of Private Actor in the Space Sector*, 2018, p. 7.

⁵³ See the report of Bryce, Space and Technology, *Space Start-up. Update on investment in commercial space ventures*, 2020, p. IV

⁵⁴ N. Goswami, *China in Space: Ambitions and Possible Conflict*, in *Strategic Studies Quarterly*, 12, 1, 2018, p. 76.

⁵⁵ C. C. Petersen, *The History of the Chinese Space Program*, 2018, accessed on 20/06/20, available at <https://www.thoughtco.com/chinese-space-program-4164018#:~:text=China's%20space%20program%20began%20in,astronaut%20to%20travel%20into%20space.>

have at present⁵⁶. In January 2019 China sent the spacecraft Chang'e-4 first lunar rover on the far side of the Moon⁵⁷, a huge achievement for China and a matter of national pride.

Indeed, the Moon has become a goal not only for USA and China but also for the emerging space powers and the other actors of the New Space, which have started a new race for the Moon⁵⁸. Given the great symbolic value of the race, losing it would represent a political embarrassment for the USA. This raises the question on the private companies' role, whether they are going to exasperate the geopolitical tension between the two space superpowers or if instead they are leading to new forms of cooperation.

On 25 July 2019 the *Beijing Interstellar Glory Space Technology Ltd.*, better known as iSpace has launched the Hyperbola-1, a four-stage solid rocket, from the Jihuan Satellite Launch Center, becoming the first private Chinese company to launch a vector in outer space⁵⁹.

China has launched more rockets into space than any other country in 2018⁶⁰. Also downstream application programs are increasingly ambitious: China has the second highest number of operational earth observation satellites and will soon finalize the global extension of the Beidou GNSS NAVconstellation. The start-ups are active too in the downstream segment, like in data analytics and satellite communications⁶¹.

In the following picture it is possible to analyze the number of payloads and launches as far back as 1957:

⁵⁶ See about space power strategies in: J. J. Klein, *Understanding Space Strategy. The Art of War in Space*, 2019.

⁵⁷ R. Cazzetta, *Stati Uniti e Cina, chi avrà la leadership spaziale nei prossimi anni?*, 2020, accessed on 06/07/20, available at <https://www.reccom.org/2020/02/06/stati-uniti-e-cina-chi-avrà-la-leadership-spaziale-nei-prossimi-anni/>; see also the report of the Space Foundation: *The Space Report*, 2020, p. 15.

⁵⁸ J. Yanes, *The New Race to Reconquer the Moon*, 2019, accessed on 06/07/20, available at <https://www.bbvaopenmind.com/en/science/physics/the-new-race-to-reconquer-the-moon/>.

⁵⁹ A. Jones, *Chinese iSpace achieves orbit with historic private sector launch*, 2019, accessed on 06/07/20, available at <https://spacenews.com/chinese-ispace-achieves-orbit-with-historic-private-sector-launch/>.

⁶⁰ I. Couronne, *In Space the US sees a rival in China*, 2019, accessed on 07/07/20, available at <https://phys.org/news/2019-01-space-rival-china.html>. See also *How is China advancing its space launch capabilities?* 2019, accessed on 10/07/20, available at <https://chinapower.csis.org/china-space-launch/>.

⁶¹ OECD, *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, 2019, accessed on 10/07/20, available at https://www.oecd-ilibrary.org/sites/c5996201-en/1/2/8/4/index.html?itemId=/content/publication/c5996201-en&_csp_=ffe5a6bbc1382ae4f0ead9dd2da73ff4&itemIGO=oecd&itemContentType=book.

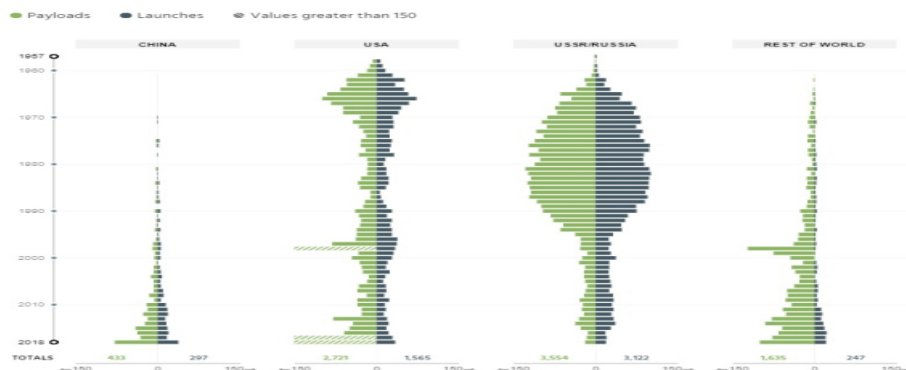


Figure 1 Number of launches and payloads⁶²

According to the picture, it is possible to point out that China's interest in space is growing fast. Moreover, the environment was considered mature for private investment: indeed, private entities have become an important asset, promoted by government policies and funds. For example, iSpace is one of the leading companies in the Chinese New Space sector and has collected several private and public funds, in particular from technology giants, like Baidu.

The Chinese space sector is living a deep transformation. In 2014 the State Council issued "Document 60" that enabled broader investment in various part of the Chinese economy, in order to create an environment for the private companies⁶³. According to the IDA report, "Evaluation of China's Commercial Space Sector", there were two waves of companies pursuing launch vehicles in the PRC: the first wave in 2015 when LandSpace, Ispace and OneSpace have emerged, and the second in 2017⁶⁴.

The success of the Hyperbola-1 came after the failure of two lanches of Landspace and Onespace and was possible after the 2014 openings to the private start-ups from Beijing, which permitted the launch of small satellites into outer space: this encouraged the private capitals to participate in the space industry and at least 20 commercial launch companies have been established. These policies have been

⁶² Image available at <https://chinaus-icas.org/primer/pursuing-u-s-china-cooperation-in-the-space-domain/>.

⁶³ J. Foust, *Assessing China's Commercial space industry*, 2020, accessed on 15/07/20, available at <https://www.thespacereview.com/article/3872/1>.

⁶⁴ Ibid.

carried out in order to foster innovation, reduce costs, and promote the space economy⁶⁵.

There have been two main set of factors that contributed to the development of the new ecosystem of start-up: the interest of the private companies in investing in the space sector; the motivation of the government to support the commercial space activities.

On one hand, the investors see the potential profits from space-based activities, considering the growing interest in “hard-tech” sector and in high-technology sector; on the other, the freedom of innovation of the founders of private companies is bigger, compared to the government spin-off companies. Last but not least, there have been a dragging effect by the inspirational model of the Western space start-ups, given their publicity: indeed, their success has made it easier to obtain funding for private start-ups in China⁶⁶. Therefore, many entity dependent from the incumbent companies started their own activities.

In the following picture it is possible to analyze the type of space companies in China.



Figure 2 Type of space companies in China⁶⁷

The Chinese space companies fell into four categories: the traditional State-owned enterprises (hereinafter SOE), companies linked to

⁶⁵ A. Jones, *Chinese commercial launch sector regulations released, new launch vehicle plans unveiled*, 2019, accessed on 18/06/20, available at <https://spacenews.com/chinese-commercial-launch-sector-regulations-released-new-launch-vehicle-plans-unveiled/>.

⁶⁶ VV. AA., *Evaluation of China's Commercial Space Sector*, 2019, p. VI, accessed on 18/06/20, available at <https://www.ida.org/-/media/feature/publications/e/ev/evaluation-of-chinas-commercial-space-sector/d-10873.ashx>.

⁶⁷ Ibid.

the Chinese Academy of Sciences (CAS), start-up and established private companies that have access to large amount of private funds.

According to the figure, in the wake of the last five years there has been an increase of the private start-up, which are the novelty of the sector.

There have been also strategic reasons that led Beijing to support the private entities. The government drivers that motivate the funding are the potential development of the domestic economy, as space activities are becoming more attractive, for their advances in technology and decrease in costs; it seems clear that investing in the space sector will end up in high revenues and return on investment. There are also geopolitical reasons: it is a matter of national pride and an opportunity for the PRC to redefine its place in the world politics⁶⁸.

As previously underlined, the Chinese private space sector is at an embryonic stage but it shows some strengths: the political and financial support from the government and the companies benefit from the upstream segment.

However, most of the companies are unsophisticated from a business perspective. In addition, the companies are considered *second mover*, compared to the American companies, and they struggle to compete with the traditional SOEs⁶⁹.

In order to create a legal framework, a set of rules has been released in China to guide the development of launch vehicles in the commercial sector. The document includes rules for research and development and other laws and regulations for space activities. Under this framework, many military and civilian partnerships have flourished⁷⁰: it is important to underline the role of the civilian and military cooperation for the national strategy in this process, which has been a top-down process: the set of rules were developed by the State Administration of Science, Technology and Industry for National Defense and the Equipment Development Department of the Central Military Commission⁷¹.

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ Ibid.

⁷⁰ C. Campbell, *From Satellites to the Moon and Mars, China Is Quickly Becoming a Space Superpower*, 2019, accessed on 29/06/20, available at <https://time.com/5623537/china-space/>

⁷¹ A. Jones, *Chinese commercial launch sector regulations released, new launch vehicle plans unveiled*, 2019, accessed on 29/06/20, available at: <https://spacenews.com/chinese-commercial-launch-sector-regulations-released-new-launch-vehicle-plans-unveiled/>

Although it is likely that space militarization will serve only as deterrence, China's posture has become more offensive. China is more aware of the pivotal character of space in military operation⁷². Indeed, space has become a critical domain for China, as stated in the China's white paper of 2015⁷³. The paper also acknowledges that China must deal with security threats and challenges in outer space and secure its space assets⁷⁴. Thus, it is clear that for China to conduct war effectively it must be a space power⁷⁵.

2.2.2. The USA resilience. The strategic dilemma between cooperation and competition.- The last decade has shown increasing competition in space exploration, which was seen, as recalled before, as a new space race. Nonetheless, as space is becoming more congested and contested, the main strategic decision for the US is whether to pursue cooperation or competition with China. So far, there has been little cooperation, mainly due to the ban of 2011, also known as the Wolf Amendment, which limits the NASA cooperation with its counterpart CNSA or with a Chinese-owned company. In fact, the amendment allows forms of cooperation only after an approval of the FBI, because of the Washington concerns regarding intellectual propriety theft and its military application; moreover, according to the ban, China is ought to improve the human rights to narrow down the limits imposed of the amendment. The ban permits, though, some forms of cooperation, like aviation and Earth science and recently NASA and CNSA coordinated the observation of the Chang'e-4 spacecraft, which was the major form of cooperation of the two space agencies in the last years⁷⁶. However, although the legislation permits a pathway to cooperation, the result was to strongly limit it. Indeed,

⁷² M. Bataille and V. Messina, *ESPI Report 72 - Europe, Space and Defence - Full Report*, 2020, p. 8, accessed on 29/06/20, available at <<https://espi.or.at/publications/espi-public-reports>>

⁷³ *China's Military Strategy*, 2015, accessed on 29/06/20 available at <http://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2015/05/27/content_281475115610833.htm>

⁷⁴ *2016 Report to Congress of the Us-China Economic and Security Review Commission*, 2016, p. 261.

⁷⁵ J. J. Klein, *Understanding Space Strategy. The Art of War in Space*, 2019.

⁷⁶ J. Foust, *Defanging the Wolf Amendment*, 2019, accessed on 16/07/20, available at <<https://www.thespacereview.com/article/3725/1>>

after 10 years the amendment did not give the hoped results: China continued to grow and developed parallel capabilities on its own⁷⁷.

Some experts advocate that there are many incentives to cooperate with Chinese companies for the USA: excluding CNSA means that China will not be bound by international standard and under the US sphere of influence; furthermore, cooperation could be in forms of multilateral cooperation instead of the traditional bilateral competition. The potential points of cooperation could be manned missions, the Mars mission, Lunar Gateway, satellites or offering a presence at the ISS⁷⁸.

In effect, another point of contrast was the denial in participating in the ISS mission that pushed China to create its own permanent manned station. In 2011 and 2016 China launched the Tiangong-1 and -2 and the CNSA announced that in 2022 the Chinese permanent Space Station will be operational⁷⁹. Furthermore, this led China towards other partner like Russia and Germany⁸⁰.

However, the US supremacy in outer space is yet indubitable, both in the institutional, commercial and military fields. The USA government plays a major role in commercial space activities, by creating policies and engaging in PPP. NASA is the most visible example of this kind of partnership and the government has provided a large amount of funds and guaranteed market for a certain number of launches⁸¹.

The US private ventures are engaging in many outer space issues, from debris mitigation to defense related communication from commercial satellites, which are a critical part of the military

⁷⁷ M. Young, *Bad Idea: The Wolf Amendment (Limiting Collaboration with China in Space)*, Center for Strategic and International Studies, 2019, accessed on 16/07/20, available at

<<https://defense360.csis.org/bad-idea-the-wolf-amendment-limiting-collaboration-with-china-in-space/>>

⁷⁸ J. L. Martin, *Pursuing U.S.-China Cooperation in the Space Domain*, 2020, accessed on 22/06/20, available at

<<https://chinaus-icas.org/primer/pursuing-u-s-china-cooperation-in-the-space-domain/>>

⁷⁹ M. Young, *Bad Idea: The Wolf Amendment (Limiting Collaboration with China in Space)*, Center for Strategic and International Studies, 2019, accessed on 16/07/20, available at

<<https://defense360.csis.org/bad-idea-the-wolf-amendment-limiting-collaboration-with-china-in-space/>>

⁸⁰ J. L. Martin, *Pursuing U.S.-China Cooperation in the Space Domain*, 2020, 22/06/20, available at

<<https://chinaus-icas.org/primer/pursuing-u-s-china-cooperation-in-the-space-domain/>>

⁸¹ *Commercial Space Activities*, 2020, accessed on 22/06/20, available at

<<https://spacepolicyonline.com/topics/commercial-space-activities/>>

infrastructure⁸². The increasingly reliance on outer space technologies is becoming a vulnerability and is considered in the defense strategy of the USA. Thus, commercial assets and competition may reverberate in military competition between China and USA.

In fact, some authors say that part of their rivalry will focus on military use of space and in the exploitation of space resource, which is unfolding in a legal vacuum⁸³.

The 4th December 2019 NATO declared outer space as an operational domain: this was the last sign of the march to war to control the outer space. On Dec. 20, 2019 the U.S. Space Force, the 6th independent U.S. military service branch, was signed into law as part of the 2020 National Defense Authorization Act. In 2019 the French government announced the creation of a Space Command, followed by Italy. China and Russia are developing military space doctrine and technologies to conduct a war in outer space⁸⁴. The military capabilities will serve for deterrence and for maintaining the informational superiority.

China is developing its military space capability by allocating more funds for the military budget. However, it is hard to determine the exact amount of the budget which remains opaque, on account of the dual use of some technologies.

It has been estimated by the OECD that China has a space budget for both civil and military program of about \$9.3 billion in 2017, still far away from the USA space budget, but almost 3 times more than the Russian one⁸⁵.

Also the military budget at large is far smaller than the USA one. Indeed, at present, the USA defense spending are more than China, Russia, UK, Germany, France, India, South Korea, Brazil, Japan and Saudi Arabia together.

⁸² Al-Rodhan N., *Meta-Geopolitics of Outer Space, National Power and Global Politics*, 2019, available at: <https://www.ispionline.it/en/pubblicazione/meta-geopolitics-outer-space-national-power-and-global-politics-23303>.

⁸³ I. Couronne, *In Space the US sees a rival in China*, 2019, accessed on 10/07/20, available at <https://phys.org/news/2019-01-space-rival-china.html>.

⁸⁴ S. Erwin, *On National Security | Space insecurity: Concerns grow about combustible mix of space congestion and militarization*, 2019, accessed on 20/06/20, available at <https://spacenews.com/on-national-security-space-insecurity-concerns-grow-about-combustible-mix-of-space-congestion-and-militarization/>.

⁸⁵ OECD, *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, 2019, accessed on 20/06/20, available at https://www.oecd-ilibrary.org/sites/c5996201-en/1/2/8/4/index.html?itemId=/content/publication/c5996201-en&_csp_=ffe5a6bbc1382ae4f0ead9dd2da73ff4&itemIGO=oecd&itemContentType=book.

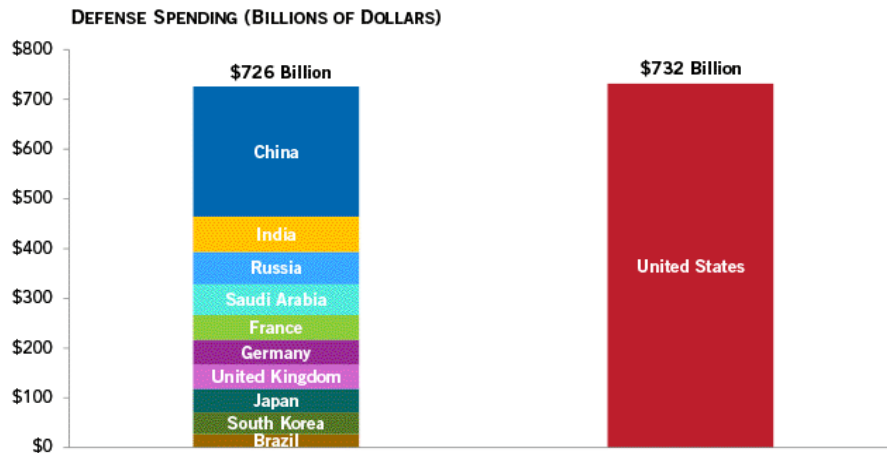


Figure 3 Defence spending (fiscal year 2019)⁸⁶

It should be considered that the United States are facing two main threats: its dependence on space system for military operation and the possibility that opponents will use anti-satellite weapons to offset their advantage. Although the USA military power superiority, the risk that space assets could be attacked would result in an asymmetric advantage for their adversaries⁸⁷.

Some experts are concerned about the fact that there are 2500 satellites in orbit around the Earth, most of them indispensable for key areas of civilian and military communication⁸⁸. The large amount of interest at stake and the intrinsic vulnerability of the States using them could bring enemies to target the satellite constellations. The concerns are mostly regarding the anti-satellite weapons and the cybersecurity of space assets, with the possibility that the vulnerability could lead to an arms race and the militarization of outer space. Whilst it is forbidden to put weapons on the surface of the celestial bodies, outer space is actually militarized, and many satellites have dual use technologies.

In conclusion, although there has been a polarization of the space geopolitical environment, it is still unclear whether USA and China will end to collaborate, at least at multilateral level, for the exploration

⁸⁶ Image available at https://www.pgpf.org/chart-archive/0053_defense-comparison.

⁸⁷ B. W. Bahney, J. Pearl, M. Markey, *Antisatellite Weapons and the Growing Instability of Deterrence*, in *Cross-domain Deterrence: Strategy in an Era of Complexity*, 2019, p. 121.

⁸⁸ G. Trezza and S. Borgiani, *Anti-satellite weapons: a clear and present danger*, 2020, accessed on 18/06/20, available at <http://www.natofoundation.org/food/anti-satellite-weapons-trezza-borgiani/>.

and exploitation of outer space or if they are going to compete for it. At present, it seems that neo-elected US President Biden is moving toward restoring and reinforcing a space diplomacy approach to the bipolar confrontation: in a recently issued national security blueprint the "Interim National Security Strategic Guidance" released March 3, 2021⁸⁹, President Joe Biden states the US willingness to "engage in meaningful dialogue with Russia and China on a range of emerging military technological developments that implicate strategic stability". USA "also recognize that strategic competition does not, and should not, preclude working with China when it is in -US- national interest to do so". USA "will conduct practical, results-oriented diplomacy with Beijing and work to reduce the risk of misperception and miscalculation" and "will welcome the Chinese government's cooperation on issues such as climate change, global health security, arms control, and non-proliferation where national fates are intertwined". It seems indeed that the United States intend to resume a leadership role "in promoting shared norms and forge new agreements on emerging technologies, space, cyberspace, health and biological threats, climate and the environment, and human rights," as the guidance clearly state. It remains to see how such guidance will be further elaborated and put into practice, and what will be the effects on the global geopolitical competition with the country, China, defined as "the only competitor potentially capable of combining its economic, diplomatic, military and technological power to challenge the international system".

2.3. Bibliography

2016 Report to Congress of the Us-China Economic and Security Review Commission, 2016.

A. Jones, *Chinese commercial launch sector regulations released, new launch vehicle plans unveiled*, 2019, accessed on 18/06/20.

A. Jones, *Chinese iSpace achieves orbit with historic private sector launch*, 2019, accessed on 06/07/20.

A. Vernile, *The Rise of Private Actor in the Space Sector*, 2018.

Al-Rodhan N., *Meta-Geopolitics of Outer Space, National Power and Global Politics*, 2019.

B. W. Bahney, J. Pearl, M. Markey, *Antisatellite Weapons and the Growing Instability of Deterrence*, in *Cross-domain Deterrence: Strategy in an Era of Complexity*, 2019.

⁸⁹ Interim National Security Strategic Guidance available at <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/03/NSC-1v2.pdf>.

B. Wang, *China's Space Budget is Nearly Triple Russia's Budget but Far Less than the USA Budget*, 2019.

C. C. Petersen, *The History of the Chinese Space Program*, 2018, accessed on 20/06/20.

C. Campbell, *From Satellites to the Moon and Mars, China Is Quickly Becoming a Space Superpower*, 2019, accessed on 24/06/20.

C. Davenport, *Another front in the tensions between the U.S. and China: Space*, 2019, accessed on 04/07/20.

C. Hunter, *The Rise of China in Space: Technopolitical Threat Construction in American Public Policy Discourse*, 2018, accessed on 16/06/20.

Defense Intelligence Agency report, *Challenges to Security in Space*, 2019, accessed on 02/07/20.

G. Trezza and S. Borgia, *Anti-satellite weapons: a clear and present danger*, 2020, accessed on 18/06/20.

How is China advancing its space launch capabilities? 2019, accessed on 10/07/20.

I. Couronne, *In Space the US sees a rival in China*, 2019, accessed on 07/07/20.

J. Foust, *Assessing China's Commercial space industry*, 2020, accessed on 15/07/20.

J. Foust, *Defanging the Wolf Amendment*, 2019, accessed on 16/07/20.

J. J. Klein, *Understanding Space Strategy. The Art of War in Space*, 2019.

J. L. Martin, *Pursuing U.S.-China Cooperation in the Space Domain*, 2020, accessed on 22/06/20.

J. Yanes, *The New Race to Reconquer the Moon*, 2019, accessed on 06/07/20.

M. A. Kuo, *The Return of Bipolarity in World Politics*, 2019, accessed on 19/06/20.

M. Bataille and V. Messina, *ESPI Report 72 - Europe, Space and Defence - Full Report*, 2020, p. 8, accessed on 29/06/20.

M. Young, *Bad Idea: The Wolf Amendment (Limiting Collaboration with China in Space)*, Center for Strategic and International Studies, 2019, accessed on 16/07/20.

N. Goswami, *China in Space: Ambitions and Possible Conflict*, in *Strategic Studies Quarterly*, 12, 1, 2018.

OECD, *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, 2019, accessed on 20/06/20.

R. Cazzetta, *Stati Uniti e Cina, chi avrà la leadership spaziale nei prossimi anni?*, 2020, accessed on 06/07/20.

S. Erwin, *On National Security | Space insecurity: Concerns grow about combustible mix of space congestion and militarization*, 2019, accessed on 20/06/20.

VV. AA., *Evaluation of China's Commercial Space Sector*, 2019, p. VI, accessed on 18/06/20.

CHAPTER 3

THE UPSTREAM SEGMENT

3.1. *Introduction.*- When we refer to the upstream segment of the Global Value Chain in the Space Economy we consider all those activities that involve the design, manufacturing, assembly, launch, commissioning, maintenance, monitoring and repairs of space items that have the purpose of being launched in space, as well as all related services⁹⁰.

Before addressing the upstream segment of the different geopolitical actors, the paper is going to make a brief summary of the evolution of the upstream segment of the last 20 years that paved the way to the so called “Space 3.0” and the New Space Economy.

In the 1980s and 1990s it was assumed that it would be possible to reduce costs in the space sector in the same ways as in other industries: implement economies of scale; apply vertical integration in order to create a value chain for the customer; and create a synergy of the market, process and technology. It was the so called FBC approach, “faster, better, cheaper”, promulgated by NASA as a way to increase the number of research missions while holding total costs. This has led to a profound overhaul of the manufacturing industry. Following this line of thinking, by early 2000 most of the US space sector had been consolidated into the two corporations Lockheed Martin and Boeing. The same happened in Europe with the aggregation of EADS (now Airbus Defence and Space) and Thales Alenia Space.

However, the declared goal of business optimization which was pursued in USA and the EU in the late 1990s and at the turn of the century, and in China in the first decade of the 21st century, was not achieved: it could not and did not lead to a fall in the cost of space production, and in many cases saw the costs rise as a result of less competition at the national level. “Old space” companies are large, with little competition. So, there was little motivation for innovation – neither technical nor managerial – resulting in high production costs.

⁹⁰ G.M. Strada e N.Sasanelli, Growing the Space Economy: The Downstream Segment as Driver, May 2018, in <http://www.piar.it/report09today/Strada2018.pdf>

Thus, the main customer for the production of the Space 1.0 phase was and remained the State. Starting from the first decade of the XXI century, a major change has occurred in the space value chain: two new types of players joined global space activity - (1) small and developing countries and (2) private sector players. Together, they introduced significant changes on the interconnections and interactions in the ecosystem of space. In the 21st century new, small, private commercial companies have appeared on the space market. These new players are having a profound impact on the market as they have started producing spacecrafts using innovative ideas. At the beginning of the 1980s, the overall value chain accounted for a few billion dollars of the world's economy. By 2017, the space market, including ancillary services, was estimated at 383,5 billion U.S. dollars⁹¹. About 45% was attributable to the upstream segment, therefore about 172 billions, out of which 95,87 B\$ (25%) accounted for the commercial component of the Upstream segment. This value has been growing over the last three years, following targeted and precise investments coming from both the public and private sectors; in particular private sector has seen greater growth and therefore is considered the engine of exponential growth. According to the estimates of some financial institutions, the forecast should be around 2.7 trillion dollars by 2045 according to the Bank of America⁹²; for UBS \$926 billion; for Goldman Sachs \$1 trillion; for US Chamber of Commerce \$1.5 trillion; for Morgan Stanley \$600 billion - \$1.75 trillion⁹³.

Whereas in the 60s the space sector was contested between the United States and Russia, in the last decades of the XX century a global prevalence of international cooperation has come along with successful case of the International Space Station endeavor. Currently a new group of competitors is emerging, as China (with investments of about 6 billion dollars only in 2016) and Europe (with an investment forecast of around € 13 billion within the next 7 years by EU, adding to the budgets of ESA) are reaffirming their commitment on Space activities. At the same time, the US continues reverting the trend of the recent years, increasing their economic resources by

⁹¹ *The Space Report 2018 Q1*, Space Foundation, 2018

⁹² G.M. Strada e N.Sasanelli, Growing the Space Economy: The Downstream Segment as Driver, May 2018

⁹³ Science and Technology Policy Institute, How big is the Space Economy, B. Lal, K. Crane, E. Linck, June 2019, https://www.nesdis.noaa.gov/CRSRA/pdf/ACCRES_Lal_June_2019_Final.pdf

reaching a budget of \$ 23 billion in 2020 and with new goals including bringing humans to the Moon and Mars. The global space economy has been growing, but the primary cause was not an increase in government spending. Instead, the commercial sectors of the global space economy continued to expand both in size and importance. Indeed, a crucial role was played by private investors who contribute most to the sector's developments. For example, in the United States the visionary genius of Elon Musk who, on 30 May 2020, did what many believed impossible, the SpaceX's first mission with human passengers in the company's 18-years history, and the first US manned launch to the ISS since the Shuttle retirement. Musk launched his own crew transportation capsule in orbit, co-financed with the profits of its various non-space private enterprises while NASA, through its Commercial Crew Program – which lets companies lead the development, construction, launch, and operation of the crew transportation system – has also contributed more than 3.14 Billion dollars in Public Private Partnership with SpaceX to create its new spaceflight capability⁹⁴.

Moving towards a more geo-related analysis, an overview is here below provided of the upstream segment of Italy, Europe, USA, Russia and China. A brief country analysis will be provided, in order to highlight how the major geopolitical actors are adapting to this new paradigm.

3.2. *Italy*.- Since the 60's Italy has played a fundamental role in the space development and outer space exploration; today it is the sixth space global power in the world and has interest in all the supply chain process and products⁹⁵. From software design to satellite production and space services there are 200 companies involved for a total of 7.000 employees⁹⁶, predominantly in the upstream segment, the latter accounting for up to 52% of the total number of space companies.

The upstream sector active in the construction of satellites and launchers, use of technologies, exploration of the Solar System sees

⁹⁴ <https://www.money.it/Space-economy-cos-e-Previsioni>.

⁹⁵ L.Davoli, 6 Ottobre 2019, Il Foglio, <https://www.ilfoglio.it/economia/2019/10/06/news/il-ruolo-dell-italia-nella-space-economy-277913/>.

⁹⁶ Lombardia Aerospace Cluster, Space Economy: Dallo Spazio ai servizi per il cittadino, in file:///C:/Users/Amministratore/Downloads/Presentazione-Space-Economy_Focus-Group-Spazio.pdf

the stable presence of several Italian companies: Large System Integrator such as Thales Alenia Space Italia and Avio, and other industrial actors (see the Catalogue “Italian Space Industry 2020”). The Italian Space Agency (ASI) has partnerships with several countries beyond the major space faring nations (USA, Russia), such as Brazil, Japan and Australia.

An example of the importance of Italian companies is given by the awarding by ESA to Thales Alenia Space Italia of the EXOMARS 2020 and 2022 mission responsibility; in this specific case, the company was commissioned to integrate all the various mission elements to be launched to the red planet. At the same time Altec oversees the Rover Operation Control Center (ROCC) where the scientific control of the mission operations will be performed.

Another important program in the space upstream segment in Italy is Cosmo SkyMed national infrastructure and the European Copernicus and Galileo Projects in which Italy had the role to build satellites, sentinels and other navigation subsystems. Assembling a European launcher such as the Vega, places Italy into a prominent position in terms of space industry and makes Europe one of the few space actors able to send satellites in space together with USA, Russia, China, Japan, India.

The know-how gained by the Italian industrial sector in the upstream space segment has allowed it to gain significant market shares at international level, in particular regarding export shares towards the new small and developing countries that are becoming more and more eager to access the benefits that space products and services produce on the society and economic development, but at the same time not able to exploit the outer space by themselves: it is to these new entrants that Italy can sell the full range of its products, launches or satellites, thus inducing additional commercial economic development in upstream segment⁹⁷.

Since 2016 the Italian Government, with the Space Economy strategic plan, has assigned 360 millions of Euros and the amount of budgeted money were supposed to reach the amount of 4,7 billions of Euros until 2020. Interestingly “only” 50% of these are covered by the public sector.

⁹⁷ L.Davoli, 6 Ottobre 2019, Il Foglio, <https://www.ilfoglio.it/economia/2019/10/06/news/il-ruolo-dell-italia-nella-space-economy-277913/>

Currently the Italian industries are mainly developing three "Space Economy" projects: Mirror GovSatCom (or ItalGovSatCom); Galileo infrastructures and related support to national participation (Mirror Galileo); support to Copernicus (Mirror Copernicus); further projects will be added as included in the Strategic Plan, namely the Galileo Infrastructure for Public Regulated Services (already running development), the support to Space Surveillance and Tracking (SST) EU program and the support to space technology and space exploration.

From the Italian Space Agency point of view, the next decade will be fundamental to improve Italian position in space exploration and increase the upstream segment of the national space plan⁹⁸.

The Italian Space Agency, has different goals to reach, in particular three are the main objectives: to sustain Italian research and innovation; to promote the economic growth, the development and the use of space services and applications; to reinforce the position of the country in the international panorama.

Great importance is given by ASI to the accuracy, safety and innovation of satellite systems to guarantee the best integration and interoperability, especially regarding the TLC and NAV satellite services. The Earth Observation space segment will also be expanded with new missions and sensors with scientific and operational finalities. Especially for this kind of missions it will be important to keep in mind the role that mini, micro and nano satellite will have in the near future, as well as the stratospheric platforms.

Another relevant topic is the participation of the scientific community in the missions for the study of the Universe. Through the participation and partnership in international programs, the Italian scientific community will be able to have access to data and further opportunities⁹⁹.

If Italy aims to cover a predominant role in the international activities and initiatives for the management of space services offered by orbital missions, new resources will have to be dedicated to the design and realization of In Orbit Servicing (IOS) systems and missions.

⁹⁸ Documento di Visione Strategica per lo Spazio 2020-2029, ASI, https://www.asi.it/wp-content/uploads/2020/04/DVSS-2020-2022-Finale_compressed_compressed.pdf

⁹⁹ Documento di Visione Strategica per lo Spazio 2020-2029, ASI, https://www.asi.it/wp-content/uploads/2020/04/DVSS-2020-2022-Finale_compressed_compressed.pdf

Furthermore, through the participation to the bilateral and multi-lateral missions to Moon and Mars, it will be fundamental to consolidate the Italian competences in robotic exploration of the solar system to be adequately prepared for the missions involving human explorations, which are supposed to take place in the next future. It will be an additional priority in the national space programs to have at disposal national assets able to guarantee a role of Italy in Space Surveillance and Tracking (SST) and Space Situational Awareness (SSA).

Last but not least, Italy will have to maintain its leadership in space transportation, in autonomous access to space with the improvements of Vega C and the atmospheric return from low orbit with the Space Rider vehicles¹⁰⁰.

3.3. *Europe.*- In Europe, the upstream segment together with the downstream segment employ more than 230 thousand professional workers and is worth between 46 and 54 billion Euros (21% of the global business sector).

The upstream segment of the European space industry today is worth more than 47 thousand jobs generating revenues for more than 8.7 billion Euros.

In 2019, Italy, France, Germany, UK, Spain and Belgium together represented the 90% of the European space industry employment, while the main costumers were European public institutions, national agencies, military and European Commission which today represent 64% of space industry sales¹⁰¹.

In the last years European exports have grown rapidly, and its space industry represent a global competitor in the market of global commercial satellite (1.5 billion exports in 2019); the satellite manufacturing industry is the main export driver, with customers outside Europe being almost exclusively commercial satellite operators, and focusing on the procurement of telecommunications satellite systems. The exports of European telecommunications systems sales are even more important than the value of domestic sales for similar systems¹⁰².

¹⁰⁰ Documento di Visione Strategica per lo Spazio 2020-2029, ASI, https://www.asi.it/wp-content/uploads/2020/04/DVSS-2020-2022-Finale_compressed_compressed.pdf

¹⁰¹ ASD-Eurospace, *The European Space Industry in 2018*, Facts & Figures, June 2019

¹⁰² European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020,

The main products provided by the European space industry are: satellite application systems, launcher systems, scientific systems, ground support activities.

The domestic market that European space industry is able to access is fragmentized and, at the same time, rather large; the product of the manufactory industry is sold not only to public entities (e.g. national European space agencies) but also to private customers (e.g. launch service operators).

The first line of the upstream segment of manufacturing sector is represented by the design and development of satellites for operational purposes such as telecommunications, earth observation and navigation systems and components¹⁰³.

In the Earth Observation domain, the European flagship mission is the EU program Copernicus. The total cost of the program since 2008 is expected to reach €8.2 billion in 2020 while its economic benefits are forecasted to reach a figure between €16.2 and €21.3 billion. Most of the revenue in the EO market continues to be generated by the upstream industry, which produces the hardware and infrastructure that enables EO (e.g. satellites and ground segments). Globally, that market generated €7 billion in revenue in 2017, an increase of 39% since 2015¹⁰⁴.

The second main line of European products is dedicated to launchers, including operational system sales and different activities supporting the Vega and Ariane systems. The European space industry currently manufactures two different launchers, the Ariane 5 system (heavy launcher), and the VEGA system (small/medium class launcher). Both are operated by Arianespace from the European spaceport in French Guyana, alongside the Russian Soyuz launcher. The Soyuz is produced in Russia and is not associated to any significant revenues for the European space manufacturing industry. Two new configurations of European launchers are under development, Ariane 6 to replace Ariane 5, and Vega-C, an improved version of Vega. Until the last decade European space launch services reached a relevant position in the global market space economy: Arianespace was the world's first commercial launch company and until recently

https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

¹⁰³ ASD-Eurospace, *The European Space Industry in 2018*, Facts & Figures, June 2019

¹⁰⁴ PwC, European Commission, *Copernicus Market Report – Issue 2*, February 2019, https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-02/PwC_Copernicus_Market_Report_2019_PDF_version.pdf

dominated the business of sending big communications satellites into geostationary orbit, 35,000km above the earth, capturing more than 50% of world's commercial launches¹⁰⁵. In 2019 Arianespace still confirmed its leadership in the still-cautious geostationary communications satellite market, having launched a total of eight spacecraft into geostationary transfer orbit, which was more than its competitors¹⁰⁶.

But the new competition coming from US and China private launchers is getting harder, and in 2017 for the first time Arianespace lost its predominant position on the market, when US Space-X low-cost launcher sent more commercial satellites into orbit, according to the same French Cour de Comptes. At the same time the commercial market in which it operates, the big geostationary telecommunication satellites, and where it generates two-thirds of its 1B€ annual income¹⁰⁷, is shifting to substantially lower levels of demand, thus putting at risk the economic viability of the Arianespace business case in the next years.

It is important to underline that there is also an active environment of space start-ups in the upstream space segment in Europe with almost 200 companies most of which were founded between 2013 and 2018. These companies can be considered SME's¹⁰⁸ as they involve between 10 and 20 employees and in some cases even less¹⁰⁹.

Europe is trying to support these startups (space) at different levels through the establishment of environments comparable with those of the extra-European competitors. In 2020 EIB together with the European Commission established a fund of 100 millions Euros dedicated to venture capital funds (such as the Italian Primo Space) with the aim to support new startups¹¹⁰.

¹⁰⁵ ASD-Eurospace, *The European Space Industry in 2018*, Facts & Figures, June 2019

¹⁰⁶ Arianespace Press Release <https://www.arianespace.com/press-release/in-celebrating-its-40th-anniversary-arianespace-confirms-the-companys-geostationary-market-segment-leadership-and-gears-up-for-a-record-number-of-launches/>

¹⁰⁷ Financial Times, "Europe's Arianespace struggles for relevance in SpaceX Era", November 2020, <https://www.ft.com/content/24cca993-b249-45a5-8c42-b39c0ec30c5b>

¹⁰⁸ Small and medium sized Enterprises

¹⁰⁹ European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

¹¹⁰ J.Foust, *Assessing China's commercial space industry*, The Space Review, January 2020, <https://www.thespacereview.com/article/3872/1>

Policies must be designed to encourage Small and Medium Enterprises to participate in the space sector. Arguably, increasing the volume of products may support a large number of SME optimizing and maximizing the business case in space sector¹¹¹.

The establishment and the implementation of industrial policies, involving different sectors (including technology-related policies), are fundamental to support both the upstream and downstream segments as well as the competitiveness of European Space industrial sector. The power to design and implement these policies is in the hand of the European countries, ESA and EU¹¹².

3.4. *USA.*- United States of America's Space industry in the upstream segment remains in a leading position in terms of investments, infrastructures and workforce. The upstream segment has been improving in the last decades bringing new resources and raising the expectations for the future. None of the other most active nations in space industry had the same share of investments as the U.S. Government. It is important to keep in mind, anyway, that in terms of workforce, an increase of the dedicated budget is not correlated to an increase of employment¹¹³.

In 2018 the US Government spent more than 48 billions USD on space activities, with an increase of 10% compared to 2017 that was already increased by 2,5% compared to 2016; it is interesting to notice that 45 billions USD out of 48 were accounted to NASA and DoD while other six departments shared the remaining 3 billions USD (6.3%). NASA space programs comprised 19,7 billions USD (with an increase of 5%) with particular interest in Planetary Science division due to two projects considered of particular interest: the Europa Clipper/Lander and Mars Exploration Program¹¹⁴.

The budget invested in transportation services to the ISS¹¹⁵ with Russian transportation systems declined of more than 9%, on the assumption that the two US commercial cargo services developed by

¹¹¹ K. Hayward, *The Structure and Dynamics of the European Space Industry Base*, ESPI, December 2011, https://www.files.ethz.ch/isn/136420/ESPI_Perspectives_55.pdf

¹¹² ESPI, *Report 70-Evolution of the role of space agencies*, October 2019, <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports>

¹¹³ J.Host, B. Yukman, *The Space Report 2019 Q1*, Space Foundation, 2019

¹¹⁴ J.Host, B. Yukman, *The Space Report 2019 Q1*, Space Foundation, 2019

¹¹⁵ International Space Station

Space X with Crew Dragon and Boeing with Starliner would come into service¹¹⁶.

In 2020, NASA's budget has exceeded 22.5 billion USD representing slightly less than 0.50% of all US government spending. The White House released a first version of its Presidential Budget Request on 11 March 2019; two days later a supplemental budget request was released in response to a Presidential directive to land astronauts on the Moon by 2024. The Congress opted for a compromise budget in December 2019 allocating the requested budget but with a different distribution. Less funds have been allocated for the lunar landing effort while restoring all major programs slated for cuts under the presidential budget request. Compared to previous fiscal year, the budget has undergone an increase of 5.3%¹¹⁷. However, as a percentage of the total allocated budget, 2020 FY NASA's Budget is one of the lowest funding years ever (also lower than during the financial crisis in 2008)¹¹⁸.

The policy implemented by US institutions (such as NASA), have always supported the New Space through the adaptation of procurement and subsidies schemes for selected areas innovating the traditional management and public procurement schemes but also public standards. This policy leads to a facilitation of the transfer of technology from public labs to private's parties and creates partnership to evolve the technology readiness levels and give life to new concepts¹¹⁹.

New Space undertakings are very different from the traditional approaches to space activities. The fact that clients and investors are private actors triggers a shift also in the contractual models from cost plus to fixed price. Whereas NASA, like the other government space agencies, once owned the spacecraft produced for it by suppliers like Boeing, now it is in some cases transferring risk by contracting out for services, leaving the ownership of the launch vehicles and spacecrafts to commercial entities. The choice between traditional procurement or

¹¹⁶ J.Host, B. Yukman, *The Space Report 2019 Q1*, Space Foundation, 2019

¹¹⁷ The Planetary Society, NASA's FY 2020 Budget, <https://www.planetary.org/get-involved/be-a-space-advocate/become-an-expert/fy2020-nasa-budget.html>

¹¹⁸ The Space Report Online, Space Data Insights: NASA's Budget, 1959-2020, in <https://www.thespacereport.org/uncategorized/space-data-insights-nasa-budget-1959-2020/>

¹¹⁹ European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

a more commercially oriented approach depends on the nature of the program mission. With the commercially oriented approach, NASA agrees on a fixed price for the services a contractor is to provide, rather than using a cost-plus methodology that reimburses the contractor's allowable expenses and adds an additional payment to ensure a profit.

One example of the new approach is the procurement of Cargo and Crew transportation services to the ISS. NASA traditionally would have provided detailed descriptions of each step in development of a launch vehicle and funded it all. Now, in the commercial programs of NASA, more project development autonomy is left to the contractor, which shares the costs. The commercial partner is expected to meet project milestones. If it does, it is paid and the project moves to its next stage (fixed price).¹²⁰

Considering the upstream segment, SpaceX has been the avant-garde of the new approach in space manufactory industry process and management practices with a vertical industrial process; the fact that more than 70% of Falcon vehicles is produced in California in SpaceX owned facilities appears to be quite significant. These improvements, as well as new vision of space industry, led to a reduction in production and research times. The most relevant result of this New Space approach is that the company is expected to produce up to 40 partly reusable rockets per years. At the same time companies overseas are importing and implementing this visionary practice changing the manufacturing and design industrial processes to maintain their position as competitors. It currently appears that the private space sector is fundamental, profitable and characterized by some essential elements: hiring the most competent expert around the world, aspire to big goals and fast adaption to market¹²¹.

Elon Musk's Space X success consists in the Falcon 9 capability to be reusable drastically breaking down costs and managements fees reducing also the costs for ISS' missions. The Crew Dragon vehicle is indeed capable of, once the crew capsule is dropped from ISS, coming back on earth and being reused for other missions and projects¹²². An example of SpaceX competitiveness in terms of costs is given by the

¹²⁰ EveryCRSReport.com, "Commercial Space Industry Launches a New Phase", December 12, 2016

¹²¹ D. Bertolotto, *The integration of the Space Value Chain: Space Economy, New Space and the Italian approach*, ASI, 2020

¹²² E. Condini, *Il decollo di una nuova era di viaggi spaziali*, BETA Italia, 2 July 2020, in <https://italy.beta-europe.org/2020/07/02/il-decollo-di-una-nuova-era-di-viaggi-spaziali/>

requested price to bring a man into the space. While Russia's Roscosmos request is now more than 90 million USD, SpaceX's price is 65 million USD (Starliner oscillates between 91 and 99 million USD), representing a great saving in NASA's budget¹²³.

3.5. *Russia.*- When we consider Russia and its space industry, we should consider some preliminary concepts related to the importance of this country in space history and the development of space policies and outer space exploration.

Names such as Gagarin, Sputnik, Soyuz, are familiar for those involved in the space sector and they remind of Russia's historical contraposition with the USA during the Cold War. In that period, the necessity to beat the competitor boosted technological development due to the soviet propaganda at the expense of the public use of technologies (never seen as a priority for Russia).

In the post-WWII Soviet era, the space sector attracted the best and brightest of Russian talents and achieved significant infrastructure investments, which led to a full range of accomplishments, such as a global navigation system; development of nuclear rocket engines and electric rocket engines; the entire manufacturing cycle of rocket launchers; manufacturing of space station modules; and many others.

Conversely, severe government funding shortages in the 1990s created early and long-lasting impacts to the Russian space sector. The lack of funding caused degradation to national constellations, infrastructures and personnel and induced delays in accomplishing new projects¹²⁴. Besides the shock of the lack of funding in the 1990s, further factors leading to overall decline of Russia's space industry were identified in the continuous brain drain, corruption, leadership changes and reprimand, and multiple reorganizations resulted in the end in the establishment in 2015 of a new Roscosmos, a State corporation merging the Russian Federal Space Agency and the United Rocket and Space Corporation, the Government owned manufacturing space industry of the country.

An important aspect to be considered is the vastness of infrastructures and capabilities at Roscosmos disposal, that brought a frag-

¹²³ P.Mauri, Perché il lancio di Crew Dragon rappresenta un momento storico, Inside Over, 29 May 2020, in <https://it.insideover.com/politica/perche-il-lancio-di-crew-dragon-e-un-momento-storico.html>

¹²⁴ Defence Intelligence Agency, *Challenges to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

mentation of the budget allocated to the space industry, with public contracts divided into several companies and research institutions involving around 200 thousand specialized workers. Budgets were not sufficient to finance the development of necessary technologies, bringing Russia to a loss of efficiency and competitiveness: an example can be seen with the popularity of Falcon 9 over the Proton, or the average life duration of a Russian satellite compared to a European satellite¹²⁵, or the launch failures experienced by Russian launchers in 1996 and 2011.¹²⁶

It could be argued that Russia, a nation that has been a leader in the space industry for years, is now facing a moment of profound decrease of the upstream segment. Actually, announcements have been made by TASS in late September 2019 that Russia would allocate 251,7 Billion rubles for the State space program in 2019 that, if proved, would represent a 38% increase with respect to 2018, to expand the space research and diversify programs, namely with commercial launch vehicle projects¹²⁷.

Nevertheless, despite positive rhetoric from the government, the most probable path for the Russian space sector is enduring stagnation and decreasing market share¹²⁸. Russia focused on forming an internationally competitive public space sector and consciously chose not to establish a competitive private space sector, which is resulting in the continuous loss of competitiveness of its space manufacturing industry in civil markets. The one likely exception to this stagnation turns out to be in national security space capabilities. Although Russia has made little investment in the civil space sector in past years, it seems that it aims to implement an expansive policy regarding its national military space assets, to destabilize American supremacy¹²⁹.

¹²⁵ *The Issues and the Challenges of the Russian Space Industry – Part I*, SpaceWatch.Global, May 2018, <https://spacewatch.global/2018/03/issues-challenges-russian-space-industry-part/>

¹²⁶ Defence Intelligence Agency, *Challenges to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

¹²⁷ *The Issues and the Challenges of the Russian Space Industry – Part I*, SpaceWatch.Global, May 2018, <https://spacewatch.global/2018/03/issues-challenges-russian-space-industry-part/>

¹²⁸ Defence Intelligence Agency, *Challenge to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

¹²⁹ P.Podvig, H. Zhang, *Russian and Chinese Responses to U.S. Military Plans in Space*, American Academy of Arts and Sciences, January 2008, <https://www.amacad.org/publication/russian-and-chinese-responses-us-military-plans-space>

In this respect, a possible way forward could be to revitalize the Russian upstream space segment through a policy of partnerships with other neighborhood nations, for example, with the close (geographically and politically) China¹³⁰.

To reduce the space technologies gap with the US, both China and Russia have recently reorganized their military structures with particular attention to space operations. In upstream terms, these nations' space industries are making substantial improvements on different military space systems, including anti-satellite missiles; new technologies that are meant to be used to distort or destroy targeted satellites; or satellite tracking systems that could be used for jamming, track or destroy the enemy's infrastructure¹³¹.

Considering the fundamental role that ISS is being playing in modern space missions, Russia believes that it will maintain the part of the leader in space exploration in the next future, with increased attention to national space programs.

At the same time, it will be essential for the Russian manufacturing space industry to move to a positive trend; as reported above, Russia seems to have decided to invest around 8 billion USD in developing the upstream segment before the end of 2021. Next years will be fundamental to understand which position will be occupied by the Russian space industry in the space sector, the one which sees Russia as one of the main actors with an advanced level of competences and industrialization, or that of a technology and space systems purchaser from other competitors¹³².

3.6. *China*.- To have a clear overview of the Chinese upstream segment in the space sector, a focus on China's projects in the future has to be considered, as 2049 will be a fundamental year for China. Celebrating the 100th anniversary of the PRC, by then China aims to become the major space power in the world, leader in outer space, artificial intelligence and technology innovation. To achieve this goal,

¹³⁰ *The Issues and the Challenges of the Russian Space Industry – Part I*, SpaceWatch.Global, May 2018, <https://spacewatch.global/2018/03/issues-challenges-russian-space-industry-part/>

¹³¹ Defence Intelligence Agency, *Challenge to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

¹³² Bendikov, Frolov, Khrustalev, *Russian Astronautics in the World Space Market*, Taylor & Francis Online, pag. 29-49, December 2014, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2753/RUP1061-1940390329?needAccess=true&redirect=1>

the space industry has a fundamental role in the long-term plan, as part of the national economic development goals.

The government has clear in mind that this is a goal that must be pursued since now and cannot be delayed any further due to the increasing number of competitors.

Taking also in consideration that by 2052 fossil fuels will become a scarce resource, this adds arguments to explain why China is massively investing in outer space: let's only consider the role that the Moon and the "asteroid mining" could have in the future with their potential resources (e.g. magnesium, platinum, titanium, water). This is one of the reasons behind the massive Chinese program of space exploration; from the Low Earth Orbit with the Tiangong space station, to the Moon and Mars, to subsequent missions planned for Jupiter (2029) and Venus (2030).

In 2021 China plans to launch its permanent space station. With decades of planning and launch experience with the temporary space labs, Tiangong 1 and 2, and human and cargo dockings, China has been incrementally planning for Tiangong space station, and the successful launch of the Long March 5B rocket in mid-2020 has made it possible to meet deadlines of 2021-2022 for China's permanent space station completion. The Tiangong space station is to be located and operated in Low Earth Orbit (LEO), 350 km to 435 km above Earth, for an initial period of 10 years. The station is built to support three astronauts for extended stays, and up to six astronauts during crew replacement operations. China's permanent space station (about the size of Russia's Mir station) is scheduled to be completed and functioning by end of 2022. The successful completion of China's permanent space station would provide an alternative to the International Space Station (ISS) as its survival after 2025 is under debate.

In January 2019 China became the first nation to land a spacecraft on the far side of the Moon with its Chang'e 4 mission carrying the Yutu 2 Rover that, in December 2019 broke the previous US record time for lunar rover operation.

According to Li Ming, senior vice president of the China Association for Science and Technology (CAST), the construction of China's permanent space station is part of an incremental strategy to gather experience living in space, to be followed by the construction of space based solar power (SBSP) satellites and a lunar base by 2036. For China, a lunar base is a means to accomplish its goals of asteroid mining, deep space exploration, and exploitation. A base on the moon,

with industrial capacity to build spacecrafts by using lunar resources, will bring down the costs of inter-planetary travels. Wang Gong, director of the Chinese Academy of Science (CAS) Key Laboratory of Space Manufacturing Technology, stated that if the American SpaceX is trying to develop technologies to bring people to other planets, China is developing technologies to let people survive there¹³³.

Another field in which China is dedicating a large part of its national upstream segment is the space-based solar power satellites (SPS), and 2021 will be a critical year for SBSP too as China aims to demonstrate its first wireless beaming potential on an experimental site in Chongqing,¹³⁴ with the goal to develop and operate a commercial SPS system in GEO by 2050. China's massive investments are motivated by the future condition of scarcity of fossil fuels resources and the need to acquire a new technology to compensate for this loss; one of the possible answers could be space solar power technology to control the energy market.

Mars will be another key target for the Chinese space exploration programme: in February 2021, China's independent Mars mission, the Tianwen 1, has successfully entered Martian orbit. Tianwen 1 will spend around two to three months surveying Mars for a suitable landing site. After landing, a rover will be released to study Mars' surface. If China succeeds, it would have caught up with U.S. Mars capability in a single attempt, just in time to celebrate the 100th year anniversary of the Chinese Communist Party (CCP), which was founded in 1921.

Over and above the impressive accomplishments of the planetary exploration programme, China's upstream sector is indeed encompassing all the lines of products in the supply chain, from launchers to application satellites infrastructures. The Long March rocket series became a mainstay of the Chinese space program: since 1970, 17 variations of Long March rockets have been developed and put into use. They are responsible for a variety of key space missions including China's manned space program, lunar exploration, the BeiDou Navigation Satellite System (BDS) and the Gaofen Earth observation project which returns high-resolution images of the Earth.

¹³³ N. Goswami, *The Diplomat*, China's get-rich space program, 28 February 2019, <https://thediplomat.com/2019/02/chinas-get-rich-space-program/>

¹³⁴ N. Goswami, *The Diplomat*, What's Ahead for China's Space Program in 2021? 22 January 2021, <https://thediplomat.com/2021/01/whats-ahead-for-chinas-space-program-in-2021/>

The Peoples Republic of China has undertaken the most space launches for two consecutive years 2018-2019, and is the nation with the second most orbital launches in 2020, scoring 35 successes and four failures. 34 launches were completed by the China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC), China's state-owned launch provider. The others were completed by private Chinese launch companies, four by ExPace, and one by Galactic Energy.

From a military industry point of view, China has already demonstrated LEO's capability with the demonstration of the satellite able to grab another satellite; the possibility to destroy satellites is something that may represent the new frontier of war in the next future and China may have a dominant role¹³⁵.

Space in China has historically been associated with the State: the China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC) has been the unique actor of space in China's upstream. Being CASC owned by the Chinese government, this has meant that effectively the entirety of the Chinese space industry, up until 2014, was CASC. This changed in 2014 as the Chinese government published Document 60, a document allowing for increased freedom of private investment into technologies such as launch and satellite manufacturing. The past six years have seen more than 100 commercial space companies established in China, with these companies having raised more than \$1.4 billion (10 billion yuan) of funding, according to Euroconsult's China Space Industry 2020 research report. On the satellite manufacturing side, 2020 has seen the launch of the first satellite in the Galaxy Space constellation, a planned constellation of several hundred satellites aiming to address 5G and internet of Things (IoT) demand. Guodian Gaoke has seen several satellites in its Tianqi IoT constellation launched over the past year, while Earth Observation (EO) constellation company Charming Globe has launched multiple EO satellites. Euroconsult expects the number of NGSO satellites launched by China to increase from about 50 in 2015 to more than 160 by 2025. On the launch vehicle side of the industry, since 2014 around 20 launch vehicle-related firms have been established in China. Beijing Interstellar Glory Space Technology Ltd., also known as iSpace, became the first nominally private Chinese company to launch a satellite into orbit in July 2019 and is now also making progress on

¹³⁵ N. Goswami, *The Diplomat*, China's Future Space Ambitions: What's Ahead?, 4 November 2019, <https://thediplomat.com/2019/11/chinas-future-space-ambitions-whats-ahead/>

technology for a reusable launch vehicle. China's most advanced (nominally) commercial launch company, Expace, has been the most visible company in the sector thus far in 2020: the company has seen several successful launches of its Kuaizhou-1A rocket, including for multiple commercial clients, and has proven itself as a reliable small launch vehicle, with nine successes in nine attempts. Other than Expace, several Chinese launch companies have seen progress over the course of 2020, such as Landspace and Galactic Energy and Deep Blue Aerospace, established after early starters Landspace and iSpace: they all are also developing reusable liquid-propellant launchers.

It is essential to recognize that the only real competitor to US in the space sector is currently only China. This is reflected by the increasing number of start-ups that emerged in the last years, exacerbating the upstream sector from vehicles' launches to remote sensing satellites.

The Chinese government supports these start-ups for several reasons, but most of all because it sees them as an accelerator for innovation in the space industry with particular attention to launch vehicles; the companies dedicated to this activity are twenty-one. Twenty-nine companies are devoted to satellites manufacturing or satellite components with a higher level of competitiveness; nevertheless, moving their interest in large satellite would bring them in competition with state-owned enterprises¹³⁶.

As we have already noticed, the increasing number of new private companies in the Chinese space industry competing in both Chinese and external markets puts the Chinese space industry in a position to play a more prominent role in cutting-edge technology¹³⁷.

A significant data to have a clear idea of how much are the Chinese manufacturing capabilities expanding is given by the number of Chinese manufactured satellites launches between 2014 and 2019: 319 launches have been accomplished, 178 of which only in the last two years.

3.7. Conclusions.- To conclude this analysis, an overview could be meaningful of how China, Europe and USA are responding to the

¹³⁶ J. Foust, *Assessing China's commercial space industry*, 27 January 2020 <https://www.thespacereview.com/article/3872/1>

¹³⁷ China Space Industry 2018, Euroconsult Executive Report 1st Edition, 2018 <http://euroconsult-ec.com/research/China-space-industry-2018-brochure.pdf>

COVID-19 pandemic and how this is impacting the different space industries in the upstream segment of the global value chain.

In general terms, in the manufacturing segment prime integrators seem to be able to mitigate direct impacts, by relying on their order backlogs, particularly coming from government and institutional on-going procurement contracts that, by their very nature of research and development, span over multi-year horizons. In particular, large incumbent contractors with a large backlog of governmental and commercial contracts show the major resilience to the pandemic effects. Small-Medium Enterprises and start-ups are instead naturally exposed to liquidity dry-ups, thus requiring governmental support to overcome the crisis. In the end, institutional budgets will play a decisive role in normalizing the demand of the upstream space products¹³⁸.

The spread of Covid-19 didn't much affect Chinese space industry; nevertheless, the pandemic has boosted the demand of low orbital broadband satellites to accelerate the development of the 5G era calling for a new competition for space start-ups. Companies in China's private space sector are ready to capitalize on a national strategy¹³⁹.

ESA, unlike China, preferred instead to put several missions on stand-by because of COVID-19 which impeded personnel to reach the control centers. Nevertheless, in April 2020 the European Space Agency resumed work thanks to controls and medical tests. COVID-19 arrived in the US later than in Europe; several NASA centers have had delays due to the time needed for the displacement of appropriate prevention measures. Private space industries have also decided to give their contribution in the fight against the pandemic converting their production in the manufacturing of medical equipments. While Space X, with the team that produces helmets for the Crew Dragon, provides protective visors and sanitizing for the hands, Virgin Orbit has dedicated itself to the production of lung ventilators¹⁴⁰.

¹³⁸ PwC Space Practice, Luigi Scatteia, Yann Perrot, "Resilience of the Space Sector to the COVID-19 Crisis" April 2020, <https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2020/05/fr-france-en-resilience-of-the-space-sector-to-the-covid-19-crisis.pdf>

¹³⁹ AJ. Cortese, *Satellites become key vertical within China's growing space sector*, KrAsia, May 2020, <https://kr-asia.com/satellites-become-key-vertical-within-chinas-growing-space-sector>

¹⁴⁰ G. Pellecchia, *Coronavirus: Aggiornamento sull'industria spaziale*, 25 April 2020, in <https://aerospacecue.it/coronavirus-aggiornamento-industria-aerospaziale/18629/>

3.8. Bibliography

Documents

G.M. Strada e N.Sasanelli, Growing the Space Economy: The Downstream Segment as Driver, May 2018, in <http://www.piar.it/report09today/Strada2018.pdf>

SPACE 2030: EXPLORING THE FUTURE OF SPACE APPLICATIONS – ISBN-92-64-020322, OECD, 2004 <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264020344-sum-it.pdf?expires=1594046869&id=id&accname=guest&checksum=44040AC29963B8C86FA40C4287BC1B3D>

The Space Report 2018 Q1, Space Foundation, 2018

G.M. Strada e N.Sasanelli, Growing the Space Economy: The Downstream Segment as Driver, May 2018

Science and Technology Policy Institute, How big is the Space Economy, B. Lal, K. Crane, E. Linck, June 2019, https://www.nesdis.noaa.gov/CRSRA/pdf/ACCRES_Lal_June_2019_Final.pdf

Lombardia Aerospace Cluster, Space Economy: Dallo Spazio ai servizi per il cittadino, in file:///C:/Users/Amministratore/Downloads/Presentazione-Space-Economy_Focus-Group-Spazio.pdf

Documento di Visione Strategica per lo Spazio 2020-2029, ASI, https://www.asi.it/wp-content/uploads/2020/04/DVSS-2020-2022-Finale_compressed_compressed.pdf

European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/document/s/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

ASD-Eurospace, *The European Space Industry in 2018*, Facts & Figures, June 2019

PwC, European Commission, Copernicus Market Report – Issue 2, February 2019, https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-02/PwC_Copernicus_Market_Report_2019_PDF_version.pdf

K. Hayward, *The Structure and Dynamics of the European Space Industry Base*, ESPI, December 2011, https://www.files.ethz.ch/isn/136420/ESPI_Perspectives_55.pdf

PwC, European Commission, *Copernicus Market Report – Issue 2*, February 2019, https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-02/PwC_Copernicus_Market_Report_2019_PDF_version.pdf

ASD-Eurospace, *The European Space Industry in 2018*, Facts & Figures, June 2019

European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/document/s/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/document/s/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

K. Hayward, *The Structure and Dynamics of the European Space Industry Base*, ESPI, December 2011, https://www.files.ethz.ch/isn/136420/ESPI_Perspectives_55.pdf

ESPI, *Report 70-Evolution of the role of space agencies*, October 2019, <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports>

ASD-Eurospace, *The State of European Space Industry in 2018*, Facts and Figures press release, June 2019, <https://eurospace.org/wp-content/uploads/2019/06/eurospace-facts-and-figures-2019-press-release-final-19-june.pdf>

J.Host, B. Yukman, *The Space Report 2019 Q1*, Space Foundation, 2019

¹ Defence Intelligence Agency, *Challenge to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

Defence Intelligence Agency, *Challenge to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

J.Host, B. Yukman, *The Space Report 2019 Q1*, Space Foundation, 2019

European Partnership, *Draft proposal for a European Partnership under Horizon Europe Globally competitive Space Systems*, May 2020, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/document/s/ec_rtd_he-partnerships-for-globally-competitive-space-systems.pdf

M.Whittle, E.Sirtori, *Study on Societal Criteria in Upstream Space Infrastructure Procurement*, CSES, April 2019, <https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-04/SocietalCriteriainSpaceProcurement-Finalreport.pdf>

D. Bertolotto, *The integration of the Space Value Chain: Space Economy, New Space and the Italian approach*, ASI, 2020

Defence Intelligence Agency, *Challenges to Security in Space*, January 2019, https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf

China Space Industry 2018, Euroconsult Executive Report 1st Edition, 2018 <http://euroconsult-ec.com/research/China-space-industry-2018-brochure.pdf>

China's Ambitions in Space: Contesting the final frontier, <https://www.uscc.gov/sites/default/files/2019-11/Chapter%204%20Section%203%20-%20China%E2%80%99s%20Ambitions%20in%20Space%20-%20Contesting%20the%20Final%20Frontier.pdf>

Internet Sites

L.Davoli, 6 Ottobre 2019, Il Foglio, <https://www.ilfoglio.it/economia/2019/10/06/news/il-ruolo-dell-italia-nella-space-economy-277913/>

J.Foust, *Assessing China's commercial space industry*, The Space Review, January 2020, <https://www.thespacereview.com/article/3872/1>

The Planetary Society, NASA's FY 2020 Budget, <https://www.planetary.org/get-involved/be-a-space-advocate/become-an-expert/fy2020-nasa-budget.html>

The Space Report Online, Space Data Insights: NASA's Budget, 1959-2020, in <https://www.thespacereport.org/uncategorized/space-data-insights-nasa-budget-1959-2020/>

E. Condini, Il decollo di una nuova era di viaggi spaziali, BETA Italia, 2 July 2020, in <https://italy.beta-europe.org/2020/07/02/il-decollo-di-una-nuova-era-di-viaggi-spaziali/>

P. Mauri, Perché il lancio di Crew Dragon rappresenta un momento storico, Inside Over, 29 May 2020, in <https://it.insideover.com/politica/perche-il-lancio-di-crew-dragon-e-un-momento-storico.html>

The Issues and the Challenges of the Russian Space Industry – Part I, SpaceWatch.Global, May 2018, <https://spacewatch.global/2018/03/issues-challenges-russian-space-industry-part/>

The Issues and the Challenges of the Russian Space Industry – Part I, SpaceWatch.Global, May 2018, <https://spacewatch.global/2018/03/issues-challenges-russian-space-industry-part/>

PHYS.org, Russian space sector plagued by astronomical corruption, May 2019, <https://phys.org/news/2019-05-russian-space-sector-plagued-astronomical.html>

P. Podvig, H. Zhang, Russian and Chinese Responses to U.S. Military Plans in Space, American Academy of Arts and Sciences, January 2008, <https://www.amacad.org/publication/russian-and-chinese-responses-us-military-plans-space>

Xinhuanet, Russia to invest 7.78 bln USD in space industry in 2019-2021, January 2019, http://www.xinhuanet.com/english/2019-01/23/c_137768792.htm

Bendikov, Frolov, Khrustalev, Russian Astronautics in the World Space Market, Taylor & Francis Online, pag. 29-49, December 2014, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2753/RUP1061-1940390329?needAccess=true&redirect=1>

P. Podvig, H. Zhang, Russian and Chinese Responses to U.S. Military Plans in Space, American Academy of Arts and Sciences, January 2008, <https://www.amacad.org/publication/russian-and-chinese-responses-us-military-plans-space>

N. Goswami, *The Diplomat*, China's get-rich space program, 28 February 2019, <https://thediplomat.com/2019/02/chinas-get-rich-space-program/>

N. Goswami, *The Diplomat*, China's Future Space Ambitions: What's Ahead?, 4 November 2019, <https://thediplomat.com/2019/11/chinas-future-space-ambitions-whats-ahead/>

J. Foust, *Assessing China's commercial space industry*, 27 January 2020 <https://www.thespacereview.com/article/3872/1>

Liu, Linck, Lal, Crane, Han, Colvin, Science & Technology Policy Institute, *Evaluation of China's Commercial Space Sector*, September 2019, <https://www.ida.org/-/media/feature/publications/e/ev/evaluation-of-chinas-commercial-space-sector/d-10873.ashx>

News Desk, *Private investment fuels china commercial space sector growth, alongside state-backed investment*, Geospatial World, 6 May 2020, <https://www.geospatialworld.net/news/private-investment-fuels-china-commercial-space-sector-growth-alongside-state-backed-investment/>

AJ. Cortese, *Satellites become key vertical within China's growing space sector*, KrAsia, May 2020, <https://kr-asia.com/satellites-become-key-vertical-within-chinas-growing-space-sector>

G. Pellecchia, Coronavirus: Aggiornamento sull'industria spaziale, 25 April 2020, in <https://aerospacecue.it/coronavirus-aggiornamento-industria-aerospaziale/18629/>

CHAPTER 4

THE DOWNSTREAM SEGMENT

4.1. *Limitations.*- The analysis hereinafter reported does not take into account COVID emergency effects, as it is too early to assess consequences on the Downstream market sector.

Also, within the Downstream sector of the New Space Economy, it is sometimes difficult to track investments because in many cases they relate to commercial entities whose service and product portfolio is not entirely embedded in the space value chain.

For example, companies providing processing or storage capabilities usually do not consider the space sector as their core business.

4.2. *Introduction.*- The downstream sector can be defined as the whole set of activities, applications and services based on space assets and technologies that take place after satellites development, construction, launch and commissioning.

The present analysis will consider the role of the actors, Institutions and private entities, of the global value chain in the New Space Economy environment, in an attempt to overlook possible evolutions of the geopolitical context.

First of all, an overview of the Global Space Economy:

The 2019 Global Space Economy at a Glance

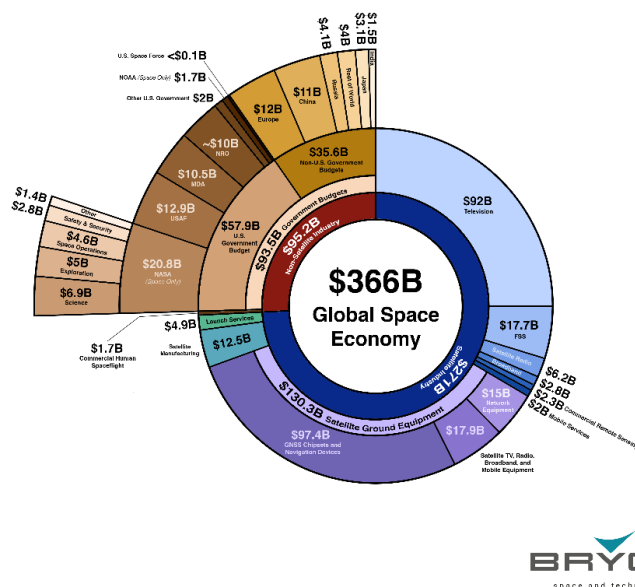


Fig. 1 – 2019 Global Space Economy¹⁴¹

In the New Space Economy, initially developed in the US, the primary role is played by innovative commercial enterprises and start-ups looking to Space not for scientific, or political reasons, or Defence/security related issues, but simply as another source of business, through innovation and relying on high risk venture capitals. The so-called “democratization” of Space is going to set up a mass-market of data and services derived from space assets.

It is important to highlight that the most valuable revenues derive from Space enabled/related services, the so-called Downstream sector, the area that is seeing the most significant developments with the aforementioned new start-ups and private companies, especially in the US, but also in EU, as we will see.

So, commercial enterprises are key actors in this fast-changing world, but the role of Governments is not to be neglected. Governments, in fact, have in many instances driven substantial innovations.

¹⁴¹ https://brycotech.com/reports/report-documents/2018_Global_Space_Economy.pdf – accessed on 16 July 2020.

using their long-term perspective and resources to drive fundamental economic change and growth¹⁴² that have made this evolution possible. Even tycoon Elon Musk, Space-X CEO and founder of the most iconic company that best depicts the “New Space Economy” entrepreneurial spirit, admitted: «we could not have started Space-X, nor could we have reached this point without the help of NASA»¹⁴³.

In the end, Governments are the largest customer for Space Companies, even in the New Space Economy, though in a different role:

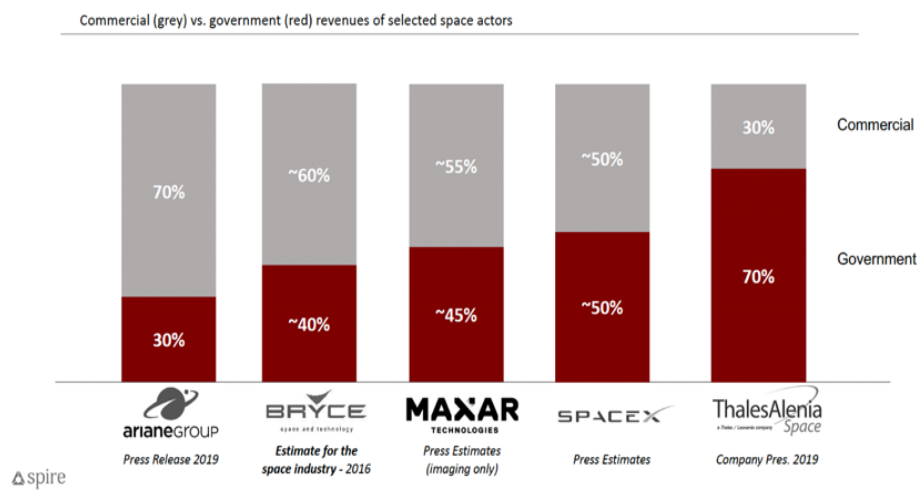


Fig. 2 – Commercial vs Government revenues of selected space actors

Going to the space value chain, it can be divided into segments:

¹⁴² Peter Platzer, CEO SPIRE Global, Nov 2019 “ANCHOR CUSTOMERS AND THE INNOVATION POWER OF GOVERNMENT”.

¹⁴³ Peter Platzer, CEO SPIRE Global, Nov 2019 “ANCHOR CUSTOMERS AND THE INNOVATION POWER OF GOVERNMENT”.

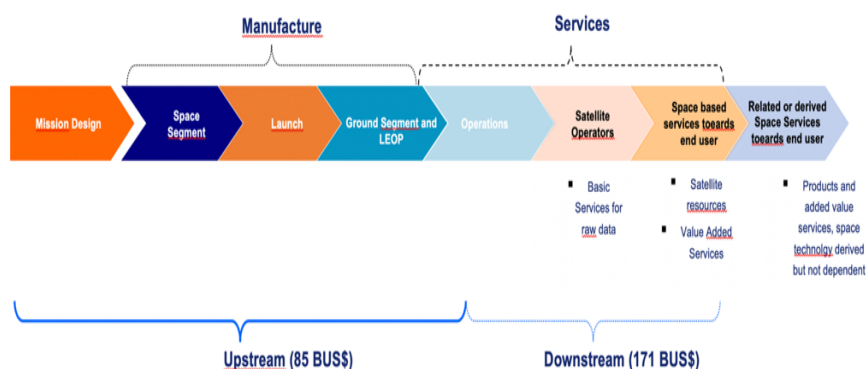


Fig. 3 – Space value chain (OCSE 2013 Data)

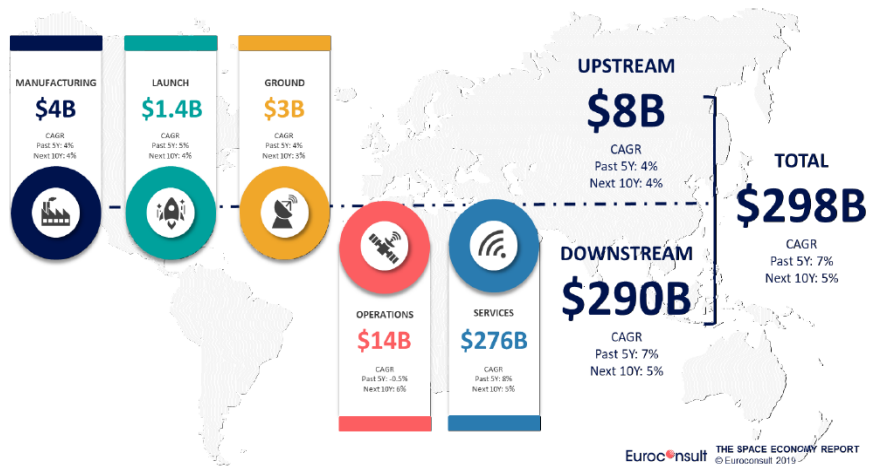
The upstream part of the space value chain includes all business activities related to the development, production, deployment and commissioning of space systems.

The Downstream part of the space value chain, as stated, includes all business activities related to the exploitation of space systems capabilities or data to provide space-enabled products and value-added services to end users. In the New Space Economy, companies that operate in the Downstream sector follow innovative approaches such as Machine Learning, Artificial Intelligence, Big data analytics, Internet of Things, augmented reality, virtual reality, smart sensors, cloud computing, etc.

In the Downstream part of the value chain, various promising new markets have been identified for business venture potential, including traditional ones such as Navigation services, Satcom services, geo-information services and innovative ones such as space mining and space tourism.

Some figures will help to illustrate the economic relevance of the sector:

COMMERCIAL SATELLITE REVENUES IN 2018

Fig. 4 – Commercial satellite revenues in 2018¹⁴⁴

THE 3 COMMERCIAL SATELLITE VALUE CHAINS 15-YEAR EVOLUTION

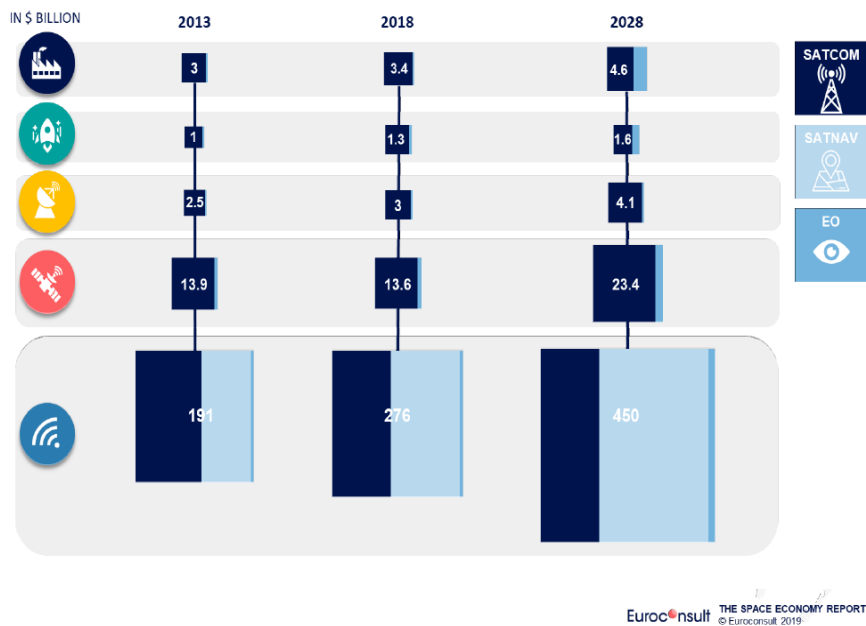


Fig. 5 – Evolution of the 3 commercial satellite value chains

¹⁴⁴ Euro Consult “Space Economy Report 2019” – available at: <http://www.euroconsult-ec.com/research/SVC19-brochure.pdf> - accessed on 18 July 2020.

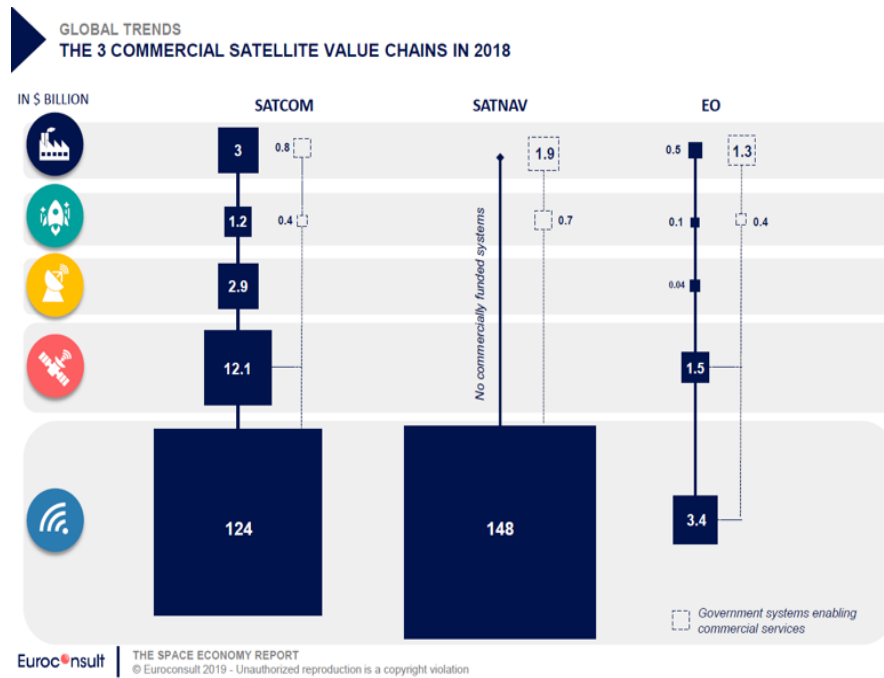


Fig. 6 – The 3 commercial satellite value chains in 2018

The following analysis will be focused on the above-mentioned sectors and on the main international actors.

4.3. Analysis per Sector.

4.3.1. Navigation (NAV).- GNSS¹⁴⁵ market will continue to have a predominant position in the New Space Economy:

¹⁴⁵ GNSS = Global Navigation Satellite Systems.

Asia-Pacific will continue to account for more than half of the global GNSS installed base

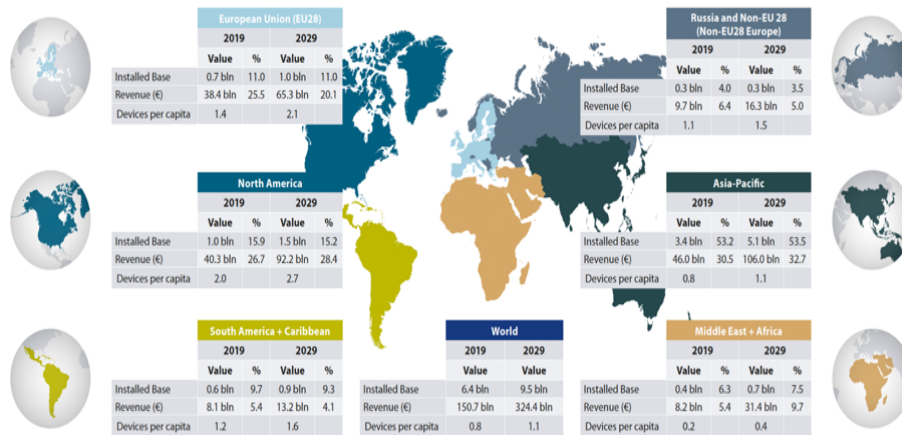


Fig. 7 – Global GNSS market (2019 – 2029)¹⁴⁶

In fact, for the first time, in 2018, the NAV Downstream market surpassed, in terms of revenue, the traditional leading SATCOM sector.

According to Mr. Des Dorides, EU GSA¹⁴⁷ Executive Director, global GNSS Downstream market revenues from services and devices have reached 150 billion € in 2019. The total global GNSS Downstream market revenue from both devices and services will grow from 150 billion € in 2019 to 325 billion € in 2029 with a CAGR¹⁴⁸ of 8%. This growth will be due to augmentation services and mass-market devices. The EU accounts for 31 % of GNSS augmentation and value-added services, second only to North America (49%)¹⁴⁹.

In the future, new technologies such as big data analytics, digitalization and artificial intelligence that use GNSS for PNT will stimulate the continuous growth of this market. Alongside the traditional application fields, such as aviation, maritime, precision agriculture, Emergency response, there are a plethora of disruptive applications in the NAV Downstream sector that will rely on and benefit from GNSS:

¹⁴⁶ GSA “GNSS Market Report” 2019 Issue 6 – available at: <https://www.gsa.europa.eu/market/market-report> - accessed on 2 July 2020.

¹⁴⁷ EU GSA = European Union Global Navigation Satellite Systems Agency.

¹⁴⁸ CAGR = Compound Annual Growth Rate.

¹⁴⁹ GSA “GNSS Market Report” 2019 Issue 6 – available at: <https://www.gsa.europa.eu/market/market-report> - accessed on 2 July 2020.

- 5G that will deliver high-speed connectivity (Internet of things);
- the upcoming mega constellation of satellites in LEO¹⁵⁰, with innovative requirements for real time on-board autonomous navigation (formation flying) and attitude determination;
- in-vehicle systems for autonomous driving;
- micro-mobility and mobility sharing services (especially for congested cities);
- urban Air Mobility, with drones, helicopters or new hybrid vehicles;
- fitness and wellbeing apps with wearables;
- emergency caller localization;
- senior citizen monitoring;
- goods tracking;
- drone market;
- augmented reality applications;
- autonomous tractors and robots for new agriculture applications.

All of the above will pave the way for a new generation of innovative applications.

For the Downstream market, in 2029, it has been predicted that GNSS value-added service revenues will be 51% of total GNSS revenue¹⁵¹.

Value-added users services will be the biggest source for GNSS market:

¹⁵⁰ LEO = Low Earth Orbits – usually between 500 and 2.000 km high.

¹⁵¹ GSA “GNSS Market Report” 2019 Issue 6 – available at: <https://www.gsa.europa.eu/market/market-report> - accessed on 2 July 2020.

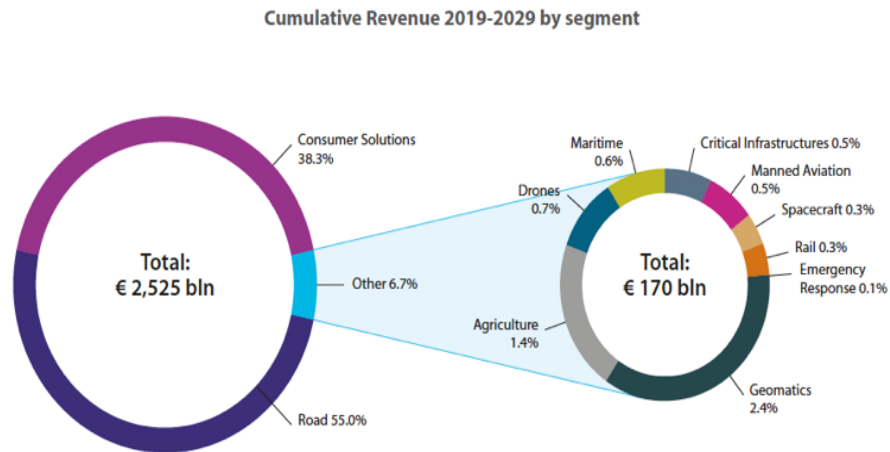


Figure 8 - GNSS Revenues per segment (2019 – 2029) Market Report” 2019 Issue 6¹⁵².

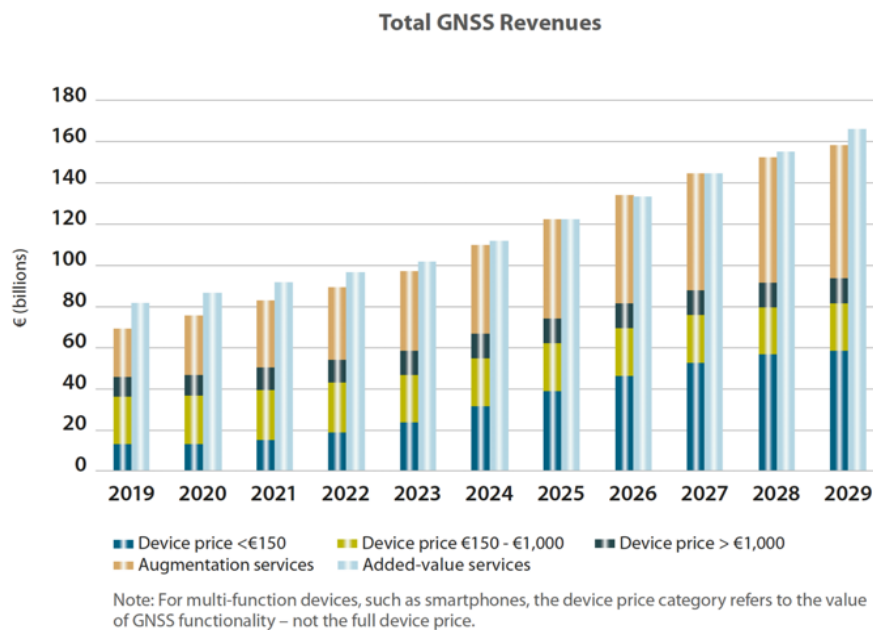


Fig. 9 – Total GNSS Revenues (2019 – 2029)¹⁵³

¹⁵²GSA “GNSS Market Report” 2019 Issue 6 – available at: <https://www.gsa.europa.eu/market/market-report> - accessed on 2 July 2020.

¹⁵³GSA “GNSS Market Report” 2019 Issue 6 – available at: <https://www.gsa.europa.eu/market/market-report> - accessed on 2 July 2020.

While the NAV Downstream market will comprise the predominant part of New Space Economy revenues, it should be noted that Governments have played a key role in deciding to pursue PNT¹⁵⁴ independence and set up their own GNSS (USA, Russia, European Union and China with global systems and India and Japan with local systems). In some cases international cooperation is already in place, for example negotiations are ongoing to grant US access to the GALILEO system, while in the incredibly lucrative chipset market multi-constellation receivers are already a standard for “killer applications” such as mobile phones. International cooperation is also a key pillar for global search and rescue services and safety critical applications. Therefore, after Governments investments, related with the set-up of different GNSS, international cooperation is already in place and may be enhanced in the future.

4.3.2. *Satellite Communications (SATCOM).*- In a global economy that is increasingly data dependent, the SATCOM market, usually the most profitable for space companies, even if just surpassed by the NAV one in terms of revenue, is growing rapidly with many new applications that rely upon enormous quantities of data such as high-speed internet traffic, autonomous drive, aviation and maritime applications, etc. According to Fortune Business Insight “Market Research Report”, the global SATCOM market was worth 22,61 billion \$, and tending toward a projected 41,33 billion \$ by 2026¹⁵⁵.

This potential for growth has attracted some of the most innovative companies of the New Space Economy, e.g. OneWeb (recently acquired by the UK Government following a COVID-related bankruptcy) and Space-X, which has already completed tens in a series of launches that will ultimately place hundreds of minisatellites in LEO (STARLINK), in order to provide SATCOM and internet access worldwide, even for developing countries, promising favorably disruptive developments. However, a so-called “interactive media revolution” is ongoing and the SATCOM market has to compete with terrestrial technologies. As an example, according to an Ericsson Mobility Report, in 2015, for the first time, more people watched on-

¹⁵⁴PNT = Positioning, Navigation and Timing.

¹⁵⁵Fortune Business Insight “Market Research Report” Apr, 2020 – available at: <https://www.fortunebusinessinsights.com> – accessed on 2 July 2020.

demand TV rather than broadcast TV¹⁵⁶. That partially explains why in 2018, for the first time, NAV Downstream market surpassed that of SATCOM.

Another possible competition may arise between traditional Geostationary (GEO - 36.000 km high) SATCOM operators and the above-mentioned new enterprises with their LEO mega constellations:

Planned and current NGSO communications constellations

Company	Orbit	Freq. band	Main target market	# of Sats	Schedule*	Support	Status
OneWeb	LEO/MEO	Ku, V	Broadband	720 - 2,720	2018	Intelsat, coop with Airbus	Under development
SpaceX	LEO	Ku, V	Broadband	1,600-11,943	by 2022	Google	Announcement
Boeing	LEO	V	Broadband	147 - 3,103	by 2022	Apple (?)	Announcement
LeoSat	LEO	Ka	Broadband	84 - 108	2018	SKY Perfect JSAT	Under development
Telesat	LEO	Ka, V	Broadband	117 - 234	2017		
Xinwei	LEO	-	Telephony	32	2014 (test)		No news after announcement
Yaliny	LEO	-	Telephony	140	2017		Likely cancelled
Samsung	LEO	mm wave	Broadband	4,600	-		Likely cancelled
Astrone Technologies	LEO	mm wave	Broadband	150	2019		Under development
KasKilo	LEO	Ka	M2M	288	by 2019		
CAST/CASIC	LEO	-	Broadband		by 2020		
Helios Wire	LEO	S	M2M	30	2018		Under development
Sky & Space Global	LEO	S, L	Telephony	200	2017		Under development
Astrocast/E LSE	LEO	-	M2M	64	2018	Thuraya	Under development
Kepler	LEO	Ku	M2M	140	2017		Under development
Lucky Star	LEO	-	-	156	-		Likely cancelled
ViaSat	MEO	Ka	Broadband	24	by 2022		Announced
Laser Light	MEO	Optical	Broadband	8-12	2019		Likely cancelled
O3b Networks	MEO	Ka, V	Broadband	48	2018	Owned by SES	Ongoing deployment
Spire Global	LEO		AIS	~100	2015		Ongoing deployment
Iridium	LEO	L, Ka	Telephony	66	2017		Ongoing deployment
Globalstar	LEO	L, S, C	Telephony	24	2010		Fully deployed
*per company announcements							

Sources: APSCC, NSR, Company websites.

Figure 10 – Planned and current SATCOM constellations¹⁵⁷

LEO mega constellation business case has yet to be proven, though, in theory, it is supported by compelling technical advantages, e.g. the proximity to receivers in contrast with GEO satellites dramatically decreases the time of latency and the physical dimen-

¹⁵⁶ Ericsson Mobility Report, 2015, WRC Edition – available at: <https://www.ericsson.com/en/news/2015/6/ericsson-mobility-report-june-2015> - accessed on 21 June 2020.

¹⁵⁷ Laurence Nardon (ed.), “European Space Programs and the Digital Challenge”, Etudes de l’Ifri, Ifri, November 2017 – available at: <https://www.ifri.org/en/publications/etudes-de-lifri/european-space-programs-and-digital-challenge> - accessed on 2 July 2020.

sions required for end user terminals, the whole system is far more resilient, etc. Maybe a key point will be the decreasing costs for access to Space, and this is why Space-X with its revolutionary launchers for its own mega constellation (STARLINK) will probably have a significant advantage compared to traditional GEO SATCOM operators¹⁵⁸. Elon Musk’s initiative¹⁵⁹ is, once again, revolutionary: as mentioned before, taking advantage of the shorter distance between STARLINK satellites, orbiting in LEO, between 340 and 1.150 km high¹⁶⁰, with respect to standard Geostationary satellites (36.000 km high), the end user will need a much smaller antenna to get access to the services provided (high speed internet and communications). In June 2020, images were released of the hardware required to access the services: roughly as large as an “average pizza” and with a price tag of only few hundred dollars¹⁶¹ (keeping in mind that, typically, electronics quickly shrink in size and cost). All of this will have consequences at the political level: in a few years (initial services have already started in 2020 for the US and Canada) everybody, everywhere, will be able to access high-speed internet via a very affordable, lightweight end-user terminal, bypassing, de facto, regime censorship that today affects internet access and control of the populations of many countries (among others: North Korea, Saudi Arabia, Iran, People’s Republic of China¹⁶²). Therefore, initiatives such as the Elon Musk’s STARLINK will further bring the “democratization” of space, the essence of the New Space Economy, promising to be a significant game changer on a worldwide scale.

Finally, according to the Ifri study “European Space Programs and the Digital Challenge”, the new challenge is how to fully integrate satellites into the upcoming 5G infrastructure, rather than considering them a mere complement to terrestrial networks, as happened for 4G. In order to become a pillar of the upcoming paradigm of “connectivity

¹⁵⁸ Laurence Nardon (ed.), “European Space Programs and the Digital Challenge”, Etudes de l’Ifri, Ifri, November 2017 – available at: <https://www.ifri.org/en/publications/etudes-de-lifri/european-space-programs-and-digital-challenge> - accessed on 2 July 2020.

¹⁵⁹ As of June 2020 there are already 514 STARLINK operational satellites in orbit. The Space-X launcher, Falcon 9, is capable to transport 60 satellites, 260 kg each, for each launch (at a cost of around 60 M\$).

¹⁶⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Starlink#Constellation_design_and_status, accessed on 10 July 2020.

¹⁶¹ <https://www.lawfareblog.com/geopolitical-ramifications-starlink-internet-service>, accessed on 10 July 2020.

¹⁶² <https://eu.usatoday.com/story/news/world/2014/02/05/top-ten-internet-censors/5222385/> - accessed on 10 July 2020.

everywhere, all the time”, satellites can rely on their unique advantages such as global coverage, availability and resilience. In any case, the strong support of governmental and public authorities, as well as international cooperation, will be required to: optimize the use of spectrum and frequency allocation to satisfy the enormous amount of bandwidth required to transfer 5G infrastructure-generated data; ensure interoperability, harmonizing appropriate standards and coordinating suitable licensing frameworks.

4.3.3. *Earth Observation (EO)*.- Earth observation sector is generally dominated by the presence of the Governments and long-standing, market dominating (so-called “incumbent”) companies. At the moment, the EO Downstream is the weakest in terms of revenues in the New Space Economy environment when compared to NAV and SATCOM Downstream sectors.

The following graphic illustrates the ESA¹⁶³ member States market for New Space Economy EO:



Fig. 11 – New Space Economy EO in Europe (2018)¹⁶⁴

¹⁶³ ESA = European Space Agency.

¹⁶⁴ “The state of Commercial Earth Observation – Size and Growth across ESA Member States” London Economics, May 2020 – available at:

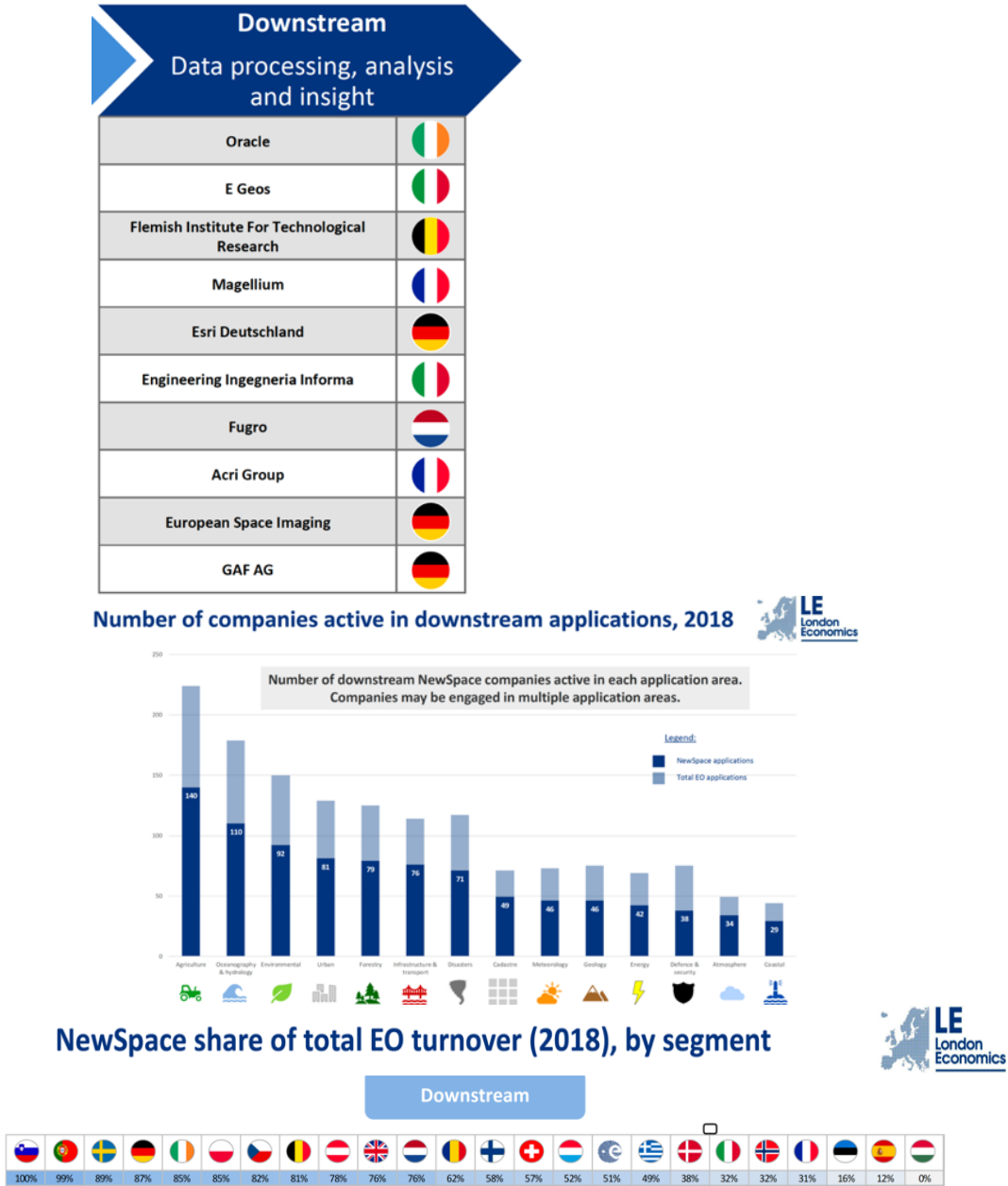


Fig. 12 – The New space Economy EO Downstream sector in EU

<http://londoneconomics.co.uk/blog/publication/the-state-of-commercial-earth-observation/> - accessed on 2 July 2020.

According to the London Economics report¹⁶⁵, the total New Space Economy EO was worth 1.0 billion € in 2018 or 33% of the total Space Economy EO market. At 274 million €, Germany has the largest market share (26.5%), followed by the United Kingdom (185 million € or 16.9%) and France (146 million € or 14.1%). The market is highly concentrated: together with Italy, the four leading nations share 69.9% of the total New Space EO market.

On average, the New Space EO economy has grown by 7.6% per annum since 2013.

All segments of the New Space EO market have grown, in contrast to the trends in the global EO market. The Downstream segment leads, once again, with a 10.3% annual growth rate, followed by midstream (4.2%) and the upstream (3.9%).

A quick comparison between the “legacy” Space Economy and the New Space Economy, in ESA Member States, shows that in the EO sector the innovation has yet to take over:

Commercial EO market in 2018, by Member State

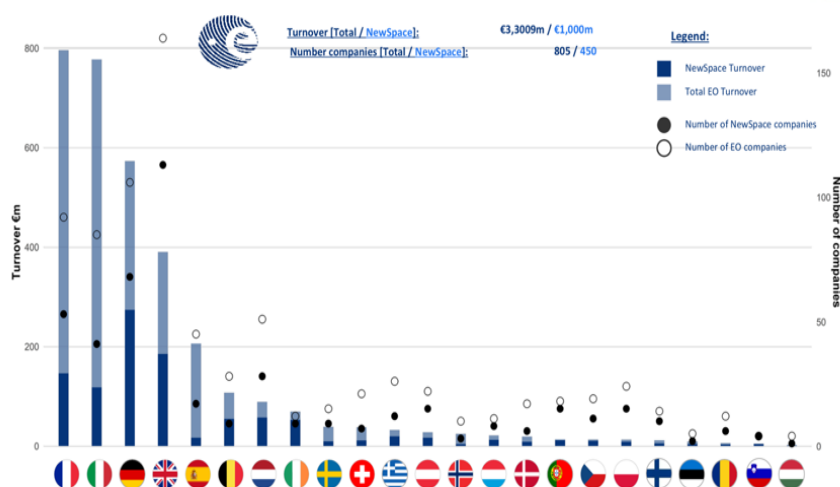


Fig. 13 – EO market vs New Space EO market in EU

The outlook for the future shows new emerging EO services and applications where New Space Economy commercial enterprises will

¹⁶⁵ “The state of Commercial Earth Observation – Size and Growth across ESA Member States” London Economics, May 2020 – available at: <http://londoneconomics.co.uk/blog/publication/the-state-of-commercial-earth-observation/> - accessed on 2 July 2020.

probably gain importance. This is particularly true for the US market with upcoming LEO mega-constellation for EO.

The ESA Member States market survey carried out by London Economics shows that the traditional business case in EO is still predominant, at least in ESA member States. It has been driven by sovereignty needs (intelligence communities, Defence, weather forecasting and disaster monitoring are reference customers) with massive public investments. The New Space Economy breakthrough has yet to come in the EO sector, which is lagging behind NAV and SATCOM because it is not yet able to reach the mass-market, remaining linked with the traditional community of highly skilled end users. This situation does not generate sufficient revenue to justify private investments in data exploitations and services¹⁶⁶, at least for the time being.

In this context, the new initiatives, born in the US, have great potential to change the game. Initiatives such as Skybox Imaging (acquired by Google and subsequently by Planet Labs), Spire and Planet Labs began as IT¹⁶⁷ world players and now look to satellites as mere instruments (Planet Labs satellites cost just 20 thousand \$ each!)¹⁶⁸ to generate the data that will be the core of the services to be provided to a mass market of non-skilled users in the EO field, such as decision makers, bankers, financial analysts and insurers. Notably, these initiatives are not purely national, and will likely involve alliances with European, Russian and other partners (some of the Skybox satellites were sold to Japan)¹⁶⁹. This new business case has stark potential to challenge the traditional one, particularly in the EU, as we have seen from London Economics analysis, and that is why the EU Commission wants to deploy easy-to-use Copernicus data platforms worldwide.

At present, it is difficult to say if the new business model will ultimately be successful, but a key factor could be the development of a structural link between the Space world and the IT world and the

¹⁶⁶ Laurence Nardon (ed.), "European Space Programs and the Digital Challenge", Etudes de l'Ifri, Ifri, November 2017.

¹⁶⁷ IT = Information Technology – available at: <https://www.ifri.org/en/publications/etudes-de-lifri/european-space-programs-and-digital-challenge> - accessed on 2 July 2020.

¹⁶⁸ Laurence Nardon (ed.), "European Space Programs and the Digital Challenge", Etudes de l'Ifri, Ifri, November 2017– available at: <https://www.ifri.org/en/publications/etudes-de-lifri/european-space-programs-and-digital-challenge> - accessed on 2 July 2020.

¹⁶⁹ Laurence Nardon (ed.), "European Space Programs and the Digital Challenge", Etudes de l'Ifri, Ifri, November 2017– available at: <https://www.ifri.org/en/publications/etudes-de-lifri/european-space-programs-and-digital-challenge> - accessed on 2 July 2020.

focus shift from images to value added information services. This could lead to a real breakthrough in EO with the development of a significant mass-market.

4.3.4. *Space mining*. - In the field of Space mining, the scientific interest in the Moon and asteroids is shifting toward commercial applications, as asteroids present often rare and highly valuable minerals, gases, chemical elements and even water, while the Moon, besides a huge amount of Helium 3 (useful for future nuclear fusion reactors), offers advantages as a base for interplanetary missions, with its reduced gravity, and may offer the possibility to produce propellant to resupply rockets in LEO and provide fuel for trans-Mars future missions¹⁷⁰. In fact, according to the Luxembourg Space Agency, the extraction of resources for space vehicle propellants is seen as the most commercially attractive at the moment. Moreover, Luxembourg Space Agency estimates 70-170 billion € in possible market revenues coming from asteroid mining in 2018-2045 time frame¹⁷¹.

In this context, the US and Luxembourg have already adapted their legal framework to address the commercial exploitation of space resources.

As far as upcoming Moon exploration and future asteroid and even Mars activities, the US (through NASA), announced the Artemis Accords, conceived as a set of bilateral agreements with other countries' space agencies, in an attempt to set up a framework of ten principles and shared rules for the upcoming new space race to the moon and beyond. Artemis Accords principles are¹⁷²:

- Peaceful purposes, as per the tenets of the Outer Space Treaty (OST);
- Transparency, a key principle for responsible civil space exploration;
- Interoperability, to ensure safe and robust space exploration;

¹⁷⁰ "OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>" – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁷¹ "OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>" – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁷² NASA – Artemis Accords, available at: <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html> – accessed on 1 July 2020.

- Emergency assistance, as per the UN “Agreement on the Rescue of Astronauts, the return of Astronauts and the return of objects launched into Outer Space”;
- Registration of Space objects, with an explicit invitation to join the UN “Registration Convention” for States that have not yet subscribed to it and wish to cooperate with the US in the Artemis project;
- Release of Scientific Data, where all the partners agree in releasing scientific data publicly, for the benefit of mankind;
- Protecting heritage, in reference to “historical” Lunar sites;
- Space resources: “The Artemis Accords reinforce that space resource extraction and utilization can and will be conducted under the auspices of the Outer Space Treaty, with specific emphasis on Articles II, VI and XI”¹⁷³;
- Deconfliction of activities, to coordinate activities between partners, through the set-up of “safety zones” in order to avoid harmful interference;
- Orbital debris and Spacecraft Disposal, in line with the principles of the UN COPUOS “Space Debris Mitigation Guidelines”.



Figure 14 – from NASA official site.

¹⁷³ NASA – Artemis Accords, available at: <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html> – accessed on 1 July 2020.

To summarize, the Artemis Accords address access to and use of lunar resources, in keeping with Outer Space Treaty principles. However, there are at least three controversial points^{174 and 175}:

- the principle that States or private entities that will extract resources will have the right to have them at their disposal, with relative property rights (OST bans countries from appropriating celestial outer space bodies, included the Moon, but there is a lack of clarity about resources that are found / extracted there. The subsequent Moon treaty, signed only by 17 Parties, and none of the main space-faring countries, does not impede resource exploitation)¹⁷⁶. The Artemis Accords reinforce the US interpretation that the OST does permit countries to use those resources, coherently with US view that refuses to consider Space as a “global common”. Russian Space Agency, Roscosmos, initially criticized this position, intending that any resources in space are common property of all States together, claiming that unilateral approval of commercial exploitation is not in compliance with OST¹⁷⁷, but lately opened to a possible cooperation, inviting NASA officials to Moscow for discussions¹⁷⁸; in this regard further developments are expected in UN COPUOS¹⁷⁹;

¹⁷⁴ Elisabetta Bonora “Oggi Scienza – La ricerca e i suoi protagonisti” – available at: <https://oggiscienza.it/2020/05/22/accordo-artemis-cosi-cambiano-le-regole-dellesplorazione-spaziale/> - accessed on 1 July 2020.

¹⁷⁵ Prof. Von Der Dunk, University of Auckland, New Zealand, “The Artemis Accords and the law: Is the Moon ‘back in business’?”, available at: <https://www.thebigq.org/2020/06/02/the-artemis-accords-and-the-law-is-the-moon-back-in-business/>, accessed on 10 July 2020.

¹⁷⁶ US interpretation is as described in Space News article “A U.S. return to the moon is about preserving the rule of law”, by M. J. Listner: “the concept of space resources permits a private entity to perform the activity of gathering mineral resources from a celestial body, including the moon, and convert them to personal possession without laying claim to the celestial body itself, which makes space resources an activity that creates a property interest. However, the entitlement created by the idea of space resources that permits private individuals to gather and possess resources does not extend to states as that would be considered national appropriation and prohibited under Article II of the Outer Space Treaty” - Space News – “A U.S. return to the moon is about preserving the rule of law”, by M. J. Listner, April 17, 2020 – available at: <https://spacenews.com/op-ed-a-u-s-return-to-the-moon-is-about-preserving-the-rule-of-law/> - accessed on 2 July 2020.

¹⁷⁷ Prof. Von Der Dunk, University of Auckland, New Zealand, “The Artemis Accords and the law: Is the Moon ‘back in business’?”, available at: <https://www.thebigq.org/2020/06/02/the-artemis-accords-and-the-law-is-the-moon-back-in-business/>, accessed on 10 July 2020.

¹⁷⁸ <https://spacewatch.global/2020/05/lunapolitics-russias-roscosmos-signals-openness-to-us-proposed-artemis-accords/> - accessed on 16 July 2020.

¹⁷⁹ Foreign Affairs – “The Artemis Accords and the Next Generation of Outer Space Governance” by D. P. Fidler – available at: <https://www.cfr.org/blog/artemis-accords-and-next-generation-outer-space-governance> - accessed on 1 July 2020.

- another controversial principle involves the set-up of "safety zones", whose dimensions are not defined. This has the potential to create precedents and establish sort of "practices"¹⁸⁰, or even customary international law;

- the last controversial principle has to do with the protection of "historical Lunar sites". Given the absence of territorial sovereignty on the Moon, pursuant to OST Art. II, as well as the absence of internationally agreed legal status of special places, it would simply be a matter of courtesy on behalf of third parties countries, not involved in the Artemis Accords, to agree to protect such sites.

The main point, however, is that with the Artemis Accords, the right to extract and use the resources on the lunar surface is sanctioned with those rights applicable to public and private entities.

The agreements that NASA will conclude under the Artemis Accords will serve as evidence of international support to the US position¹⁸¹. So, even in this case, a US Government initiative, acting at the international Treaty level and recalling the auspices of the UN Outer Space Treaty, paves the way for commercial companies that are getting ready for the new space race.

The US, realizing that the new race to the Moon is going to start very soon, and with many more competitors than the original one, is acting in a pragmatic way, bypassing UN COPUOS, where to reach consensus on such sensitive matters would not have been easy, nor timely. In doing so, the US wants to also prevent China from acting so to change the dynamic of international law, through customary international law, in its favor (resembling what is happening in South China Sea with national claims in contravention to the UN Conventions on the Law of the Sea)¹⁸². In this framework, the Artemis Accords will not be available for China, while Russia is yet to be defined, although, after Russian and Chinese space officials signed a memorandum of understanding March 9, 2021 to partner on an

¹⁸⁰ Foreign Affairs – "The Artemis Accords and the Next Generation of Outer Space Governance" by D. P. Fidler – available at: <https://www.cfr.org/blog/artemis-accords-and-next-generation-outer-space-governance> - accessed on 1 July 2020.

¹⁸¹ Foreign Affairs – "The Artemis Accords and the Next Generation of Outer Space Governance" by D. P. Fidler – available at: <https://www.cfr.org/blog/artemis-accords-and-next-generation-outer-space-governance> - accessed on 1 July 2020.

¹⁸² Space News – "A U.S. return to the moon is about preserving the rule of law", by M. J. Listner, April 17, 2020 – available at: <https://spacenews.com/op-ed-a-u-s-return-to-the-moon-is-about-preserving-the-rule-of-law/> - accessed on 2 July 2020.

International Lunar Research Station, chances to see Russian contributions involved in the Artemis program seem to be vanished.

4.3.5. *Space tourism.*- While Space-X, in competition with Boeing, has been awarded contracts from NASA to develop the commercial crew program for the new capsules on which NASA astronauts will fly to ISS (abandoning the expensive Soyuz), other companies are working to bring dozens of people to space, just as tourists: another step to the democratization of the space, brought about by the New Space Economy.



Fig. 15 – Virgin Galactic White Knight 2 and Space Ship 2

In particular, some commercial companies are developing sub-orbital vehicles. Though a common definition is not yet agreed upon worldwide, to simplify it is possible to say that a suborbital flight reaches the lower limit of space (around 80-100 km high) and does not complete an entire orbit before returning to Earth.

According to such definition, it is fair to say that not everybody agrees considering the suborbital flight as a “space activity”, nor a way to “access space”. In any case, for the above mentioned flight profile, the required velocity is roughly $1/10^{\text{th}}$ that of traditional space vehicles, so suborbital vehicles do not need an advanced thermal protection system, nor other similarly expensive and complex systems, resulting in a much more affordable flight.

The first company to initiate such a project was Virgin Galactic, which is developing the White Knight 2 carrier aircraft and the Space Ship Two vehicle, capable of transporting 6 people at an altitude of around 80-100 km and allowing them the experience of “zero-gravity” for almost 6 minutes.

Another one is Blue Origin with the New Shepard, a Vertical Take-Off - Vertical Landing, reusable, rocket system that transports a pressurized capsule with 6 space tourists up to an altitude of 100 km.

Both systems are dedicated to space tourism, and to some microgravity experiments to a lesser extent, but the latter appears to be based on a more structured, longer-term plan.

The New Shepard vehicle, in fact, proved to be useful in developing vertical landing technology (first developed by Space-X) and in fine-tuning the BE-3 rocket engine¹⁸³.

In Jeff Bezos-owned Blue Origin Company plans, in fact, the vertical landing will be adopted by the reusable heavy lift orbital vehicle New Glenn, still under development, whose second stage will be powered by the same engines as the New Shepard¹⁸⁴.

Orbital launcher New Glenn will compete with Space-X's Falcon Heavy for heavy lift to space orbits and even for upcoming Moon missions.



Fig. 16 – Blue Origin New Shepard

¹⁸³ <https://www.blueorigin.com/blue-moon/> - accessed on 2 July 2020.

¹⁸⁴ <https://www.blueorigin.com/blue-moon/> - accessed on 2 July 2020.

4.4. Analysis per Country/Region

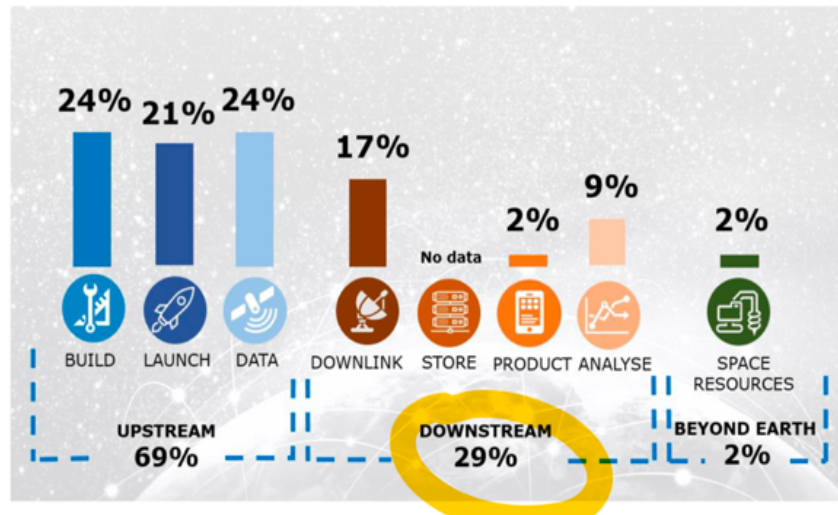


Figure 17 - investment value by space value chain segments¹⁸⁵.

4.4.1. *Europe.*- The ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE” found that most of the European investments have been granted to the upstream segment. However, as pointed out at the beginning, in paragraph “Limitations”, with the emergence of new vertically integrated business models (companies covering all activities from satellite manufacturing to space-based services delivery), a number of investments in the upstream sector ultimately affect the Downstream sector as well. As shown, for the Downstream sector, the largest amount of investment was directed towards downlink-related industries.

The ESPI report found that European space start-ups that act in the Downstream sector share some common characteristics:

- they are largely innovation driven, but they act in a market that is not as mature as in the US (lack of awareness, low demand);
- the demand is still concentrated in a few, “big” customers;
- they rely extensively on financial and non-financial support from various private and public actors (89% benefited from at least one type of backing).

ESPI Survey results found that governmental support is the most common form of financial help for European space start-ups with 27%

¹⁸⁵ ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE”, February 2019 – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

of them having already benefited from public support and 45% planning to:

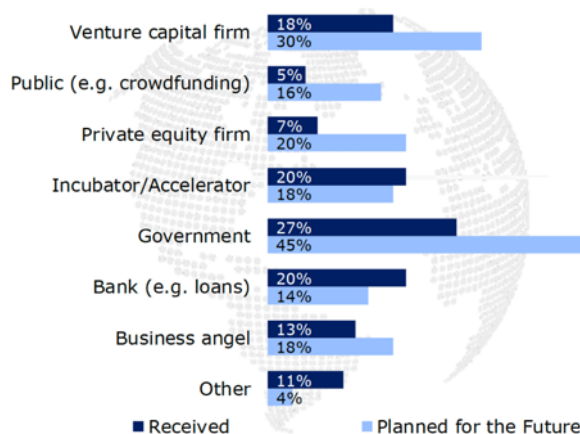


Figure 18 – Financial support sources¹⁸⁶

On the private side, banks, incubators and accelerators are the most used sources of capital:

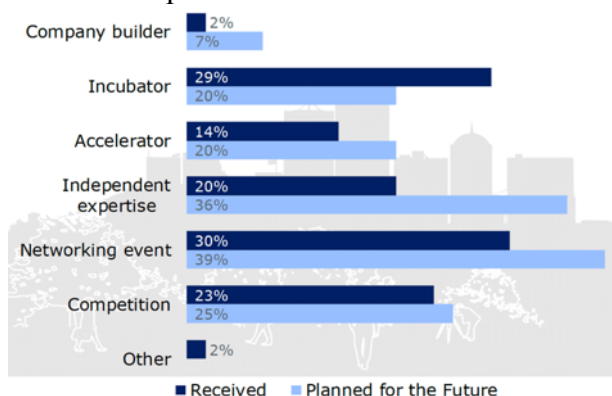


Figure 19 – Non financial support sources¹⁸⁷

Therefore, it is possible to state that space start-ups need more support from Governments than others do in order to conduct business and for financing access and they expect some support from public

¹⁸⁶ ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE”, February 2019 – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁸⁷ ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE”, February 2019 – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

authorities to get venture capitals (only 30% of other European start-ups, operating in different sectors, share the same expectations)¹⁸⁸.

So European space start-ups that operate in the Downstream sector tend to rely more on public support to initiate and develop their business. This is not only a European prerogative, as the central role played by public agencies in the emergence and development of new US ventures, even the most disruptive and commercially-oriented, cannot be neglected¹⁸⁹. European institutions actively support entrepreneurship in the space sector and, although there is still room for improvement, their effort is now yielding concrete results.

4.4.2. *Italy.*- In order to recover from the 2008 economic crisis, the Ministry of Economic Development, started to conceive a plan for a smart and sustainable growth, taking advantage of space activities¹⁹⁰ and realizing that, in order to set up in Europe, and in Italy in particular, a sustainable Space Economy, a strong Downstream services development process would have to play a key role. Therefore, a Government policy to promote competitiveness and economic growth has been set up since then, providing for an innovative public procurement form, called Public-Private Partnership for Innovation. The main objective of the plan is to define the strategic intervention lines more suitable for transforming the national Space activities into an “engine” of the economic growth for the country. While public administration contribution is to issue requirements stemming from operational activities, the Ministry will select companies with which to co-finance the development of innovative Downstream services in an attempt to bolster Italian companies and to make them competitive in the ever-growing international market. To start the activities a subset of more mature projects has been selected, leading to the so-called “piano stralcio Space Economy”¹⁹¹. The aim is to foster the growth of innovative start-ups and private companies, especially small and

¹⁸⁸ ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE”, February 2019 – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁸⁹ ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE”, February 2019 – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁹⁰ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/space-economy> - accessed on 30 June 2020.

¹⁹¹ https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/all_6_Piano_Strategico_Space_Economy_master_13052016_regioni_final.pdf - accessed on 30 June 2020.

medium sized, taking as a reference the process already in place in the US that led to the New Space Economy revolution.

4.4.3. *USA*.- The USA is the only superpower left after the Cold War, with a truly global reach. They are the leading nation for space programs, market, industries and are the cradle of the emerging New Space Economy. It is in the unique US entrepreneurial environment, with the presence of visionary tycoons, of venture capital firms, private equity companies or banks¹⁹² that innovative start-ups are born, whose interest in space is not ideological, politically driven nor military/Defense oriented, but justified as another way to make business. These innovative enterprises are inclined to take risks on their own, but have also taken advantage of Government policies that foster conditions, in terms of regulatory framework and laws, to stimulate this soft revolution.

According to OECD¹⁹³, the US have market-leading capabilities in all space industry segments: in 2016, the US space market was worth almost 110 billion \$ in revenue.

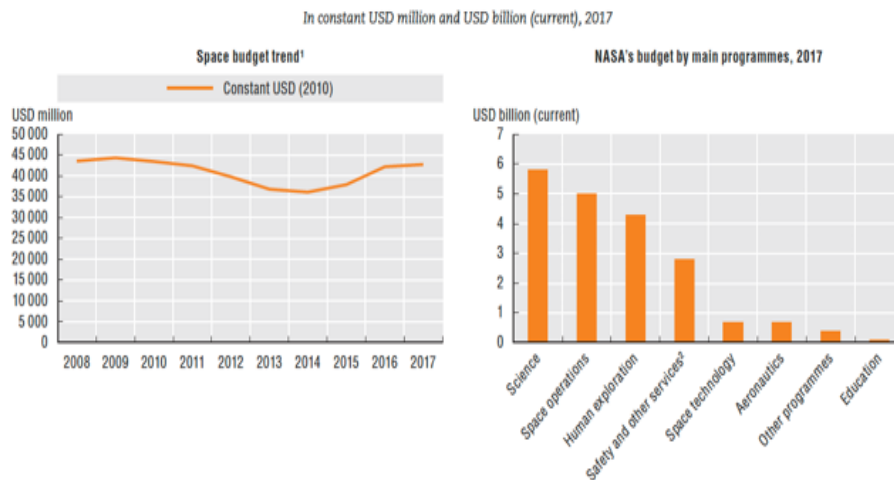
Looking at Downstream activities, SATCOM (satellite TV) and navigation-related equipment and services accounted for 90% of total US space industry revenue in 2016¹⁹⁴. Also, the Earth Observation sector has seen major innovations in recent years, especially in data analytics, but far more is yet to come with the deployment of LEO mega-constellations and the development of a true mass-market where EO data will be instrumental for decision making.

Other promising sectors are space mining and space tourism, analyzed in the previous chapter.

¹⁹² ESPI “The rise of private actors in the Space sector” – July 2017 – available at: <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports> - accessed on 22 June 2020.

¹⁹³ “OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>” – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁹⁴ “OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>” – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.



Notes: 1. Space budget trends are estimates. 2. This category also includes security and mission services.
Source: OECD analysis based on institutional sources.

Figure 20 – USA Space Budget¹⁹⁵

On average, 15 billion \$ was invested annually in space start-ups during the period 2010-2015¹⁹⁶.

The New Space Economy revolution promises to give a clear advantage to the US in the space sector, with the first amazing results brought by Space-X (reusable launchers with dramatic cost-cuts; commercial crew program) and fast growing revenue from the Downstream market.

4.4.4. *People's Republic of China*.- Although China has had a space program since the end of the '50s, and became a spacefaring nation in the '70s, it is only in 2014 that a commercial space sector was established, whereas the leading role has been played by State-Owned Enterprises (SOEs)¹⁹⁷. According to the IDA report "Evalua-

¹⁹⁵ "OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>" – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

¹⁹⁶ ESPI "The rise of private actors in the Space sector" – July 2017 – available at: <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports> - accessed on 22 June 2020.

¹⁹⁷ Reference "OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>" – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

tion of China's Commercial Space Sector", there are 78 commercial companies in China, many of which have not yet generated profits.

In the NAV sector, the Government-run Beidou system does the lion's share, however, according to the IDA report, there are 7 commercial companies that plan to provide NAV services using their own platforms. In the SATCOM market, Chinese commercial entities struggle to acquire spectrum due to a lack of defined regulatory process and the leading position of the SOEs. However, there is a huge potential market, considering China's large population.

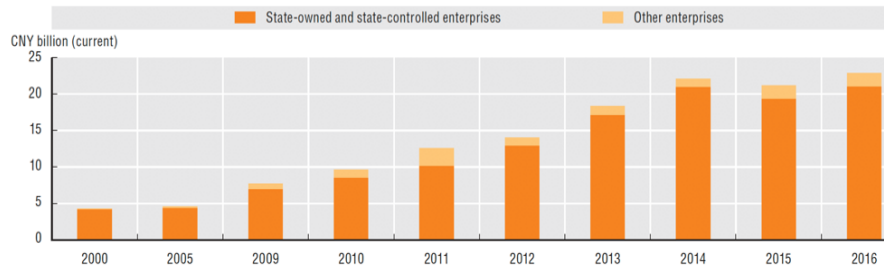
As far as the Earth Observation sector, before 2014, when commercial satellite operators were established, private companies could only access remote sensing data from non-Chinese sources and that is why this sector is not well developed. Chinese start-ups do not have the technical expertise to compete in the international market.¹⁹⁸

China is lacking the entrepreneurial environment that the US can rely on and the Government, conscious of the problem, is trying to foster the growth of a commercial private sector. Despite that and recent Chinese efforts to stimulate technology incubators with Government funding, the bulk of Chinese space activities continue to be state-run and military controlled¹⁹⁹. Commercial entities are not at the level of US competitors and so they tend to see how US companies perform, to copy their moves, acting as second-mover and leaving higher business risks to US enterprises. These can bring significant drawbacks, for example for bandwidth assignment in upcoming LEO mega-constellation market for SATCOM, probably the most valuable application in terms of revenues.

To conclude, it is possible to state that, at the moment, Chinese commercial enterprises simply cannot rival those of the US, nor of the EU.

¹⁹⁸ IDA (Institute for Defense Analyses) "Evaluation of China's Commercial Space Sector", September 2019 – available at: <https://www.ida.org/-/media/feature/publications/e/ev/evaluation-of-chinas-commercial-space-sector/d-10873.ashx> – accessed on 16 July 2020.

¹⁹⁹ Reference: Moltz, James Clay. "The Changing Dynamics of Twenty-First-Century Space Power." *Journal of Strategic Security* 12, no. 1 (2019) - Available at: <https://scholarcommons.usf.edu/jss/vol12/iss1/2> – accessed on 30 June 2020.



Note: Revenues are not adjusted for inflation.

Source: Chinese National Bureau of Statistics (2017), China Statistics Yearbook on High Technology Industry: 2017.

Fig. 21 – Revenues of Chinese companies, involved in spacecraft manufacturing²⁰⁰

4.4.5. *Russia*.- Following the 2014 invasion of the Ukrainian Donbass region, Russia is suffering from international sanctions and political isolation: the economic sector is struggling and Space activities are a far cry from Soviet Union's glorious deeds. The space market reported a 13% decline since 2014²⁰¹, while significant mission failures show problems with the turnover of skilled personnel in the Roscosmos State Space Corporation. Roscosmos has undergone a restructuring, merging with former United Rocket and Space Corporation in an attempt to make it more efficient, but personnel costs still are far higher than what the restricted market revenues can afford.

Looking at the New Space Economy, where the private sector is leading the business case paradigm change, Russia has to deal with history, where for about 70 years commercial initiatives have been forbidden, so there are also difficulties to address the needed mindset change, together with a lack of vision even in high skilled personnel.

Truly, during the Medvedev presidency, an attempt was made to stimulate the growth of a private sector and in 2010 the Skolkovo innovation center was established by State. The Skolkovo Space cluster houses 141 companies, which, according to a Skolkovo brochure, have collectively generated 25 million US \$ in revenue in 2014²⁰².

However, in an attempt to face current economic difficulties, a new boost toward centralization has emerged, so ROSCOSMOS has

²⁰⁰ Reference "OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>" – available at: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm> - accessed on 2 July 2020.

²⁰¹ D. Bertolotto, Master SIOI 2020, Lessons.

²⁰² <https://www.techinasia.com/russia-newspace-next-generation-space-tech-startup> – accessed on 30 June 2020.

pushed to have all possible public resources to finance ongoing programs. The result is that there is no competition and costs show no sign of decreasing. Today Russian SATCOM satellites are not competitive²⁰³ and the only sector where Russia is really in a good position is human space flight where it holds the monopoly after the US retired the Space Shuttle. But that is soon going to end with the recent amazing success of Space-X in the NASA commercial crew program. Even the launcher sector, once the workhorse of the RUS space market, has seen a significant decay, with just one commercial launch in 2017²⁰⁴, with China and the US that both have exceeded Russian launches and with Space-X's re-usable rocket concept proving to be a game changer.

So even though there are some space start-ups, they find themselves in a difficult position, where Roscosmos, with Government regulators support, try to oppose to their emergence (it seems that even the list of requirements to establish a space start-up is "classified").

That said, everything suggests that in the upcoming space competition, Russia will not have the best cards, especially because it will lack the presence of innovative start-ups and private commercial enterprises that are the core of the New Space Economy.

4.5. Conclusions.- A general analysis of the New Space Economy Downstream sector has been conducted, taking into account the different business sectors and principal countries/regions.

Even in this New Space Economy initiative, characterized by new comers, mainly private companies and start-ups, ready to innovate and to risk on their own, the role of Governments cannot be neglected. According to Mariana Mazzucato, in her "The entrepreneurial State", in fact, "Governments have always created substantial innovations, using their unique perspective and resources to drive fundamental economic change and growth"²⁰⁵.

²⁰³ <https://www.techinasia.com/russia-newspace-next-generation-space-tech-startup> – accessed on 30 June 2020.

²⁰⁴ Moltz, James Clay. "The Changing Dynamics of Twenty-First-Century Space Power." *Journal of Strategic Security* 12, no. 1 (2019) : 15-43. DOI: <https://doi.org/10.5038/1944-0472.12.1.1729> - Available at: <https://scholarcommons.usf.edu/jss/vol12/iss1/2>. Accessed on 30 June 2020.

²⁰⁵ Peter Platzer, CEO SPIRE Global, Nov 2019 "ANCHOR CUSTOMERS AND THE INNOVATION POWER OF GOVERNMENT".

On the outcomes of this on-going revolution, the ESPI report “The rise of private actors in the Space sector”²⁰⁶ indicates that the future of private actors observed today is rather uncertain. The permanence of current trends will depend essentially on two complementary components: business success and public sponsorship. A first assessment will be possible when there will be available data on those private actors’ responses to the COVID emergency.

In fact, we can say that a key factor for the New Space Economy, as a whole, has been, since the beginning, governmental support, especially from the US Government, aimed at stimulating the set-up of commercial space activities, in an attempt to bolster the economy. It was not only a matter of financial resources, but also of the support in the set-up of an appropriate regulatory framework. At the same time, there has been genuine private interest in addressing new markets and pursuing innovative solutions. Governments, at least in the US and Europe, but also in China to a lesser extent, are increasingly seeking to involve the private sector in space activities in an attempt to stimulate economic growth.

As far as the geopolitical confrontation related to the conquest of the 8th continent, some key aspects have been highlighted:

- the US with its private companies is leading the ongoing New Space Economy revolution, and this is particularly true in the Downstream sector, where most of the revenues are;
- Europe is following with encouraging results;
- China is trying to keep up, acting as a second-mover, by observing the results of the risks borne by private US and EU companies;
- Russia is really struggling, lacking the entrepreneurial attitude and the presence of a commercial private space sector.

In comparison with the historical first “Space race” of the Cold War, there are significant differences:

- the actors are more than 2 and Space will very soon be congested and contested and this calls for international coordination, shared rules and a regulatory framework, standardization of communications protocols, etc... Unfortunately, since the Treaties of

²⁰⁶ESPI report “The rise of private actors in the Space sector” – July 2017 – available at: <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/category/2-public-espi-reports> - accessed on 22 June 2020.

the ‘60s, it has been harder and harder to achieve consensus in a UN context to agree on new Treaties;

- commercial interests, most of which come from the Downstream sector and represent the real aim under New Space Economy initiatives, risk to pose a further constraint for Governments. As we have seen, space companies heavily rely on Government support not only for financial reasons, but also for the set-up of favorable regulatory/legal frameworks, especially at the international level, and in this sense, the Artemis Accords for Moon activities are a key example. The US will not offer them to China, which is the real global competitor, while the Russian position has to be defined, but the economic weight and actual industrial conditions of Russia are far from those of the former Soviet Union.

Therefore, while there are pushes to international cooperation in the Downstream services, there are also pushes to international competition. It is not clear which front will prevail, but in case of competition, it is most likely that the US and Europe will cooperate (strengthening the historical NATO alliance), maybe even with Russia (recalling the cooperation in the International Space Station program), while China will be the “opponent” in this new space race to conquer the 8th Continent.

4.6. *Bibliography*

Books

- Marianna Mazzucato, “The entrepreneurial State”, 2018, Penguin Books Ltd..

Documents

- Peter Platzer, CEO SPIRE Global, Nov 2019 “ANCHOR CUSTOMERS AND THE INNOVATION POWER OF GOVERNMENT”;
- Euro Consult “Space Economy Report 2019”;
- GSA “GNSS Market Report” 2019 Issue 6;
- Fortune Business Insight “Market Research Report” Apr, 2020;
- Ericsson Mobility Report, 2015, WRC Edition;
- Laurence Nardon (ed.), “European Space Programs and the Digital Challenge”, Etudes de l’Ifri, Ifri, November 2017;
- “The state of Commercial Earth Observation – Size and Growth across ESA Member States” London Economics, May 2020;
- “OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris;
- Elisabetta Bonora “Oggi Scienza – La ricerca e i suoi protagonisti”;
- Prof. Von Der Dunk, University of Auckland, New Zealand, “The Artemis Accords and the law: Is the Moon ‘back in business’?”;

- Foreign Affairs – “The Artemis Accords and the Next Generation of Outer Space Governance” by D. P. Fidler;
- ESPI Report 67 – “Space Venture EUROPE”, February 2019;
- ESPI “The rise of private actors in the Space sector” – July 2017;
- “OECD (2019), The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>”;
- IDA (Institute for Defense Analyses) “Evaluation of China’s Commercial Space Sector”, September 2019;
- Moltz, James Clay. “The Changing Dynamics of Twenty-First-Century Space Power.” *Journal of Strategic Security* 12, no. 1 (2019).

Lessons:

- D. Bertolotto “Master in Istituzioni e politiche spaziali” – Modulo socio-economico – ed. 2020.

Internet sites:

- https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page;
- <https://brycotech.com/>;
- <https://www.lawfareblog.com/geopolitical-ramifications-starlink-internet-service>;
- <https://eu.usatoday.com/story/news/world/2014/02/05/top-ten-internet-censors/5222385/>;
- <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html>;
- <https://oggiscienza.it/2020/05/22/accordo-artemis-cosi-cambiano-le-regole-dellesplorazione-spaziale/>;
- <https://spacenews.com/op-ed-a-u-s-return-to-the-moon-is-about-preserving-the-rule-of-law/>;
- <https://www.blueorigin.com/blue-moon/>;
- <https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/space-economy>;
- https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/all_6_Piano_Strategico_Space_Economy_master_13052016_regioni_final.pdf;
- <https://www.techinasia.com/russia-newspace-next-generation-space-tech-startup>.

CHAPTER 5

CLOSING REMARKS

5.1. *Intro – Space 3.0, a place of cooperation or conflict?*- When we talk about the geopolitics of space, the collective imagination is unleashed and probably represents a futuristic scenario of militarization of space and prevention of intergalactic wars. Maybe in the future. For now, as we have seen, the geopolitics of space is a much more ‘down to earth’ affair and remains an arm of foreign policy made up of moments of competition, but above all of a strong spirit and tradition of collaboration between agencies, to the extent that it represented the only point of contact between the US and the USSR during the Cold War, in full Space 1.0, and still today in Space 3.0, throughout a period that culminated, since 1998, to the realization of the International Space Station (ISS). More recently, relations between Pakistan and India have also started to use space as a diplomatic place to build mutual trust, which in turn will serve more traditional sectors, and with the new phase of space 3.0 the cosmos can also maintain this role of international cooperation instrument, with particular reference to programs in Africa. The narration of space, and especially of space 3.0, as a strategic and collaborative place of geopolitics, however, is experiencing a moment of renewed difficulty given the new bipolar trend between China and the United States.

The future of the geopolitics of space and the economy of space still remains open both in one direction and the other, for this reason the following paragraphs will be structured to illustrate the worst-case scenario (conflictual, bipolar in geopolitics; oligopolistic in economics), the best-case one (multipolar, collaborative in geopolitics; freely competitive and open in economics) and, finally, the path to demining the scenario of conflicting bipolarism.

In the previous chapters the evolution of the space economy and its segments in the last 20 years has been retraced, describing the so-called “Space 2.0” and the “Space 3.0” which appears to be crucial for the next 3 decades. In the conception of Old Space there was a single institutional driver, financed with low risk public money and a use of

space for purely scientific-technological purposes. In the new space the driver still remains largely institutional, but is accompanied and supported by a new commercially push boost by the private sector, with shared financing and risks. The R&D phase of space developments becomes of quasi-exclusive responsibility of the private sector and the ultimate aim becomes the space market. It was also shown how the main players on the world stage behave in terms of New Space Economy, in Italy, Europe, United States, Russia and China segment. Governments, in line with Mazzuccato's macroeconomic thinking²⁰⁷, at least in the United States and Europe, but also to a lesser extent, in China, are increasingly seeking to involve the private sector in space activities in an attempt to stimulate the economic growth.

In general the Agencies, which have shaped the "Old" Space Framework, are still playing a leading role in the space sector and they will have to play it by adapting their management practices, standards and partnerships as foreseen by the trends of space 3.0. Present data, at least as of today, seem to prove that the agencies have been able to reduce costs and benefit from a more risk-oriented approach played by private actors. As a result, evolution has proved extremely valuable. Furthermore, the same agencies have understood the importance of SMEs and start-ups in New Space, thus committing themselves to creating a favourable environment needed to collect the growth of these category of private companies.

So, while there is a push for international cooperation in downstream services, there is also one for international competition at the same time. It is not clear which side will prevail, but in case of competition, it is very likely that the United States and Europe will cooperate (strengthening the historic NATO alliance), perhaps also with Russia (remembering cooperation in the International Space Station program), while China will be the "opponent".

5.2. The worst-case scenario: Conflict and oligopolies.- As mentioned in the previous chapters, the current situation seems to be one of potential transition from collaboration to conflict. As said, space 2.0 was characterized by the new need for cooperation in challenging space programs (an example of this is the collaboration on the ISS, in which US partnered with some European governments,

²⁰⁷

<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/research/research-streams/space-partnerships-mutualistic-innovation-eco-systems>

Japan, Canada and Russia and the respective space agencies). During this phase, NASA learned how to work with a group of international partners (among which Russia), rather than being the dominant actor in a more typical supplier-buyer relationship²⁰⁸. NASA and other agencies, subsequently, moved further along the principle of collaboration, still at the dawn of Space 3.0, yet in an increasingly new bipolar space system.

Meanwhile China has been securing a new dominant role and is pursuing as well, in this renewed bipolarity, the typical collaborative programs of the space 2.0²⁰⁹.

In this context, a dangerous scenario would certainly forecast the impossibility for new powers to flourish, despite international collaboration projects, if the trends towards confrontation prevails on that of cooperation, thus impeding situation of collaborative multipolarity in space, or of partnership relationships between different powers (such as the EU).

This bipolar trend could intensify and crystallize, generating a sort of space cold war in which the development of the two parallel and competitive space powers in the new domains of exploration and colonization of deep space goes spiralling. The scenario of alternative and competitive space systems at work with constant reciprocal disturbance actions that could concern industrial espionage or a commercial conflict in line with what we are already seeing happening in the last period between the two countries, at wider level as well as in the specific sector of this analysis can therefore be envisaged. Space, think of chance. Or even karst conflicts using the tools of cybersecurity, reverse engineering and, even more worryingly, a new place of militarization (it is well known, and even ironized with a TV series, the birth of the United States Space Force).

In recent years, as previously mentioned, China has developed a powerful space sector²¹⁰ and it is reported that: «China is heavily investing in so-called counterspace technology, including the development of at least three antisatellite missile systems, according to an April report from the Center for Strategic and International Studies. It is also developing satellites that touch other satellites in orbit, the

²⁰⁸ <https://www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/space-agency-future>.

²⁰⁹ <https://www.ilsussidiario.net/news/scenari-guerra-senza-limiti-cosi-si-realizzano-i-piani-della-cina-contro-gli-usa/2030192/>.

²¹⁰ https://www.uscc.gov/sites/default/files/2020-05/China_Space_and_Counterspace_Activities.pdf.

report said. While that technology can be used for repairs in orbit, it can also be used to disable a satellite or tear off a solar array to affect a satellite's power source. [...]But the Wolf Amendment, which was first passed in an appropriations bill in 2011, forbids the U.S. government from working with China and prohibits any bilateral cooperation between the China National Space Administration and NASA on national security grounds»²¹¹.

At the same time, the United States revamped an influence strategy towards western countries asking partner countries not to collaborate with China²¹².

This tendency to have two geographical spheres of influence, as in the cold war, also extends to the private sector which is evidently the path to the future of space²¹³. The new path of the space sector seems to be based more and more on massive public-private partnerships, which are experiencing rebounding in these conflicting situations, but could be soon adversely affected by the strategic and commercial constraints that the confrontation is already inducing (think of the constraints imposed by US on the participation to the Artemis programme).

It is therefore conceivable that if this bipolarism were to strengthen, the large private players of space, after a period of persistent crossing vetoes between the two contenders, would be forced to pick one of the two sides instead of behaving as a typical multinational company would do. We can therefore assume a crystallization of conflicting partnerships and stronger competitions among the giants of the space economy. This possibility will remain particularly true as long as the cost of space remains sustainable and viable only through the aggregate effort of public and private investments. This sort of trade war, with vetoes on cooperation among the major private players, could be a reflection in Space 3.0 of what is already underway on Earth. Just some years ago, President Trump explicitly invited US companies (many of those had already gone off on their own) to abandon their production in China²¹⁴.

Another dangerous phenomenon in the geopolitics of the new course of space concerns the commercial side. If on the one hand the

²¹¹ <https://www.politico.com/story/2019/06/16/war-in-space-trump-china-1365842>.

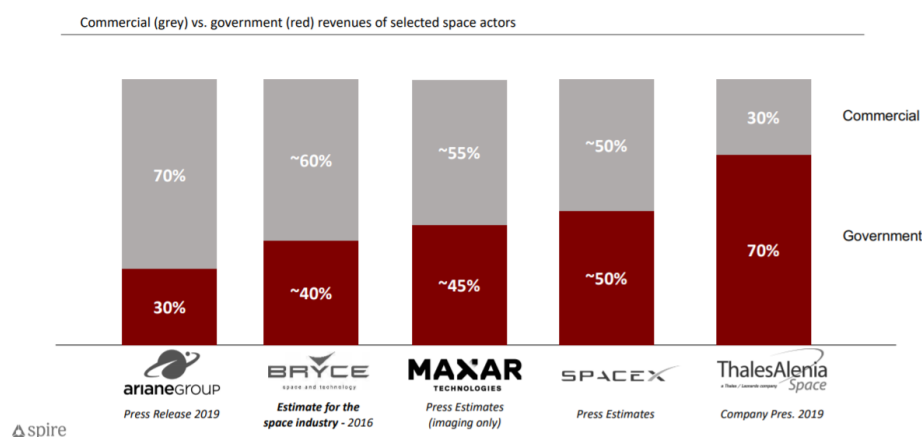
²¹² <https://ilbolive.unipd.it/it/news/guerra-fredda-spazio-cina-stati-uniti-italia>.

²¹³ <https://arstechnica.com/features/2020/05/the-numbers-dont-lie-nasas-move-to-commercial-space-has-saved-money/>.

²¹⁴ <https://www.nytimes.com/2019/08/24/business/trump-china-trade.html>.

scenario of space colonialism in a condition of bipolarity is dangerous, the economic mirror scenario of a still oligopolistic future in space economy and of oligopoly of partnerships on the other is equally dangerous²¹⁵.

GOVERNMENT IS LARGEST CUSTOMER FOR SUCCESSFUL SPACE COMPANIES



It must be argued that the space market is currently, despite the trend of 3.0, an oligopolistic market and could remain so for a number of reasons. Some markets tend more easily towards oligopoly, primarily those with a high technological content. Among the most typical entry barriers we find:

- diseconomies of scale, patents and access to technology, lack of know-how, and strategic actions by large companies to discourage or halt the new entrants. For example, micro processing companies face high research and development costs before possibly making a profit. “This means that new firms cannot enter the market whenever existing firms are making a positive economic profit, as is the case in perfect competition. Pharmaceutical manufacturers are one type of company that generally rely on patents, which makes competition irrelevant for a period of time after development: competitors can’t legally begin manufacturing the product until the patent expires.”²¹⁶ Information asymmetry (and knowledge gap) is another factor which

²¹⁵ Anchor Customer (2019) - Platzer

²¹⁶ <https://courses.lumenlearning.com/boundless-economics/chapter/prerequisites-of-oligopoly/>

creates a barrier to the entry (it makes one desist and discouraged) of many players. So in knowledge intensive sectors, such as technology, companies are limited.

- It would be advisable, in the way towards the full development of the NSE, to study in which of the space segments this barrier to entry is higher and where it is lower, that is in other words where the space factor is central and make specialised technical competences ironclad and where instead no, for example in the downstream.

- Currently, unlike the more typical oligopolistic markets, we see a competitive situation in the space oligopoly (i.e. blue origin versus space-x), but it is possible at a later stage, as it often happens in the oligopoly conditions following that of the early adopters, that there will prevail a more typical situation of collusive oligopoly on the prices of space products and services.

- Another dangerous situation of non-democratization of space could come from the trend in which leading companies are created in the conditions of a typical technology sector oligopoly, that could lead to the path of space domination, overflowing in other sectors by exploiting the position of competitive advantage. This is usually done by creating departments or spin-offs. Initially they could start as divisions of incumbent companies or organizations which then become independent companies with their own employees, intellectual property and technology, always supported by the parent company. The parent company of the space sector offers support by performing one or more of the following: investing equity in the new business, being the first anchor customer of the spin-off that helps to create cash flow, incubating, financing or licensing technology, where the spin-out entity can be licensed by the parent with a proprietary technology or provide the parent with its products or services. In a nutshell, it is not difficult to expect that once Space-x has reached Mars, it will want to use its resources to create departments or spin-offs that will also manage health, urban planning, etc. on Mars. Thus creating an irreplaceable space tech-giant.

- Barriers are also set by strong market regulations of some States or international organizations. This trend makes it not only difficult to enter the market but also, for those companies that have managed to enter a market by satisfying the regulations with great efforts, then struggle to adapt to also enter other markets with different set of rules. Sources of barriers to entry often result from government regulation favouring incumbent firms. For example,

requirements for licenses and permits may raise the level of investment needed to enter a market, creating an effective barrier to entry (see i.e. heavily-regulated markets such as wireless communications: in some areas only two or three providers are licensed to operate).

- Not far from this situation is the one of PPPs made to always satisfy the same companies. This is not so much for reasons of fraud in procurement (ie Collusion among bidders to reduce competition; Providing bidders with advance "inside" information; Use of prequalification standards to exclude qualified contractors; etc), but because there is a tendency by public agencies, once a relationship of trust has been built, to entrust the contracts to the same companies. It should also be said that under a traditional procurement model, agency's relationships with industry are in many ways simpler, since traditional contracts have little variance in terms of the roles and responsibilities of the involved actors and therefore standardized contractual conditions usually set the baseline framework²¹⁷.

So, to conclude, we therefore have the concrete risk of seeing a 3.0 space where the concept that provides for an interpenetration between public and private in space challenges and enhanced cooperation between all (new) national space agencies leave the floor to a condition of bipolarity between superpowers and an oligopoly that risks nullifying the democratizing action carried out by the NSE.

5.3. The positive scenario: Cooperation and democratization.- If the negative scenario may unfortunately appear more realistic than dystopian, the more desirable one seems to require a greater effort by States and agencies. But we will talk about this effort in the last paragraph.

If on the one hand it is true that the current geopolitical situation seems to suggest a physiological competition in space, given the conflict between the American and Chinese systems, it is also true that there is a growing interest on the part of States towards Space and this is nurturing a situation of collaborative multipolarity, in line with the tradition of space diplomacy and with the experience of the period of Space 2.0 (based precisely on collaboration between agencies). In fact, while Space 2.0 was characterized by government investments and public-public collaborations, Space 3.0 seems to be a demo-

²¹⁷ Espi report 70, p. 63.

cratized space for public-private and private-private collaborations where space products and services become more and more mass-consumed commodities. Most of these PPP programs have been developed in the last decade²¹⁸. This should translate into the emergence of small and medium-sized private companies. Surely the future space Agencies will keep maintaining the traditional role while developing its Space 3.0 role which translates into: expanding and nurturing the national space sector; establish a clear and advantageous regulatory framework²¹⁹.

Meanwhile the development of SmallSats and CubeSats has provided a larger participation in space. In fact, in 2013 alone, eight countries have begun orbital space activities and in 2019, four more countries became new entrants in space activities. This is particularly the case for ESA which is exploring new ways of partnering with the growing number of space faring nations, private space firms and other non-space entities. ESA (and European agencies in general) hopes to achieve socio-economic impacts, including jobs and growth and solving the grand challenges²²⁰.

Similarly, African countries are starting space programs, with six countries having joined since 2017.

Also, three out of four countries entered in the space sector in 2019, were from Africa: Ethiopia, Rwanda and Sudan. All these countries have built partnerships with larger spacefaring nations (like China, Japan, Russia, and the U.S) and in the future are supposed to foster the idea of a multipolar space. China, more than other space powers, is funding activities of new African entrants, mainly with the purpose of resource exchange with the partnering nation.

The purpose of the missions may vary, but in general the missions of standard satellites launched by emerging nations in 2019 include telecommunications, remote sensing, and Earth observation, with the purpose of solving practical issues like disaster management and agricultural monitoring²²¹.

Students from these emerging space nations are investing in advanced STEM education space programs, while getting hands-on experience with Japanese and Chinese scientists and engineers at their

²¹⁸ Espi Report 70, p. 64.

²¹⁹ <https://www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/space-agency-future>.

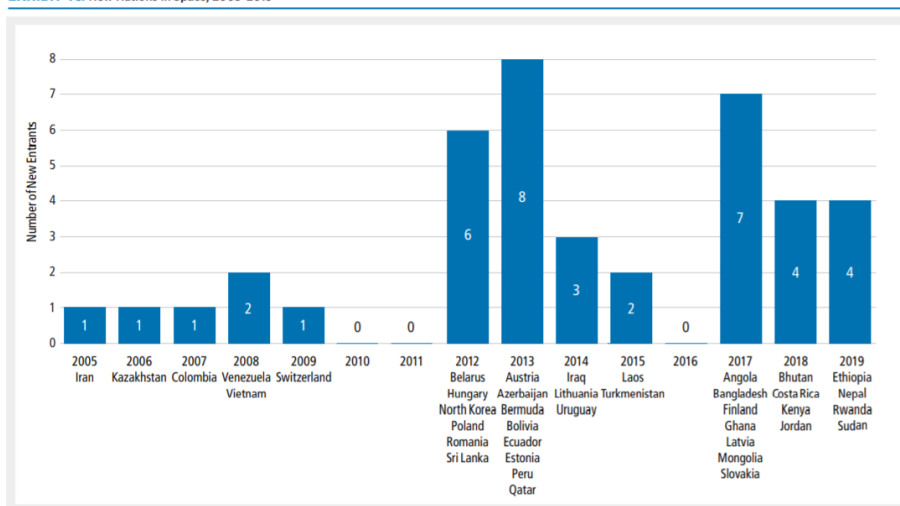
²²⁰ <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/research/research-streams/space-partnerships-mutualistic-innovation-eco-systems>.

²²¹ Space foundation – The space report, 2019 p.5 and p.7

host country’s universities and space companies. The experience creates an opportunity to develop a more skilled workforce and therefore independent space programs for the countries that are new space players.

For instance, Japan is helping smaller countries by providing advanced STEM education, providing an impact on countries such as Nepal and Sri Lanka that can now independently monitor the evolutions related to climate change as well as interpret geographical data of their small satellites.²²²

EXHIBIT 1c. New Nations in Space, 2005-2019



Source: Space Foundation

While the geopolitical side of the NSE could result in a multipolar situation due to the extensive use of partnerships, even in the private sector the situation of technological oligopoly could be challenged or integrated.

To introduce the argument, one could in this case cite the metaphor of the Wild West, in which the oligopoly situation existed only in the initial phase of construction of the railways and other infrastructures but where, subsequently, for all the other sectors (and that is, when they built stable settlements by raising emporiums, saloons, barbers and all other services), a healthier market was created. It is equally possible that the NSE can therefore prevent the macroeconomics of space from consolidating the oligopoly

²²² Space foundation – The space report, 2019 p.5 e p.7

(mentioned in the previous paragraph), thanks to a growing democratization of the sector, accompanied by an increase in capital investments and a diffusion of know-how, which could make, for large space companies, the option of partnerships with traditional commercial sectors predominant compared to that of spin-offs (mentioned in the previous chapter). In other words, in this scenario the contribution of the more traditional market would not be copied from the big tech of space but simply included in the space effort with a typical commercial agreement. A situation of this type would reproduce at space level that healthier, more competitive and differentiated macroeconomic situation.

A non-oligopolistic approach would suggest spin-off activities (ie the Technology Transfer Programs), spin-in (so to benefit from the innovations made in non space sectors), and co-development activities, or spin-along, (when space and another sector can benefit from joint development). Incubators are put in place in more and more Member States with today more than 500 start-ups supported.²²³ It therefore remains to be understood what actions should be taken today to avoid the geopolitical scenario of bipolarity and oligopoly in space in the respective spheres of influence.

5.4. Conclusions.- At this crossroads of space 3.0, the role of the States and agencies becomes central to ensuring the most positive scenario. There are a number of practical actions, certainly many already known, which need to be strengthened. Following here there is a number of suggestions.

The Unoosa (United Nations Office for Outer Space Affairs), a UN Office founded already at the time of space 1.0 (1958), which expressly works, as a mission, to promote international cooperation and economic and social development through space technologies has to be leveraged. Indeed, the potential that, for example, small satellites have in helping the economies of developing countries, where they are used, for example, to monitor crops or to pursue Sustainable Development Goals (SDGs) must not be forgotten. It could take on a greater role by becoming a department, able (in addition to supporting the emerging developing countries) to have legal and economic leadership, completing the revision of international treaties and providing a position of greater guarantee in the situation of possible space cold

²²³ file:///C:/Users/nicco/Downloads/ESPI_Voices_from_the_Space_community_80.pdf - p. 2.

war. For example, a new regulatory framework could concern the exploitation of resources. Currently private Chinese companies frequently take advantage of State ownership to defend against lawsuits by applying sovereign immunity. China has been supportive of the idea of space resources and is rumoured to be creating a domestic space law that would allow private individuals to obtain space resources²²⁴.

However, the role already played by Unoosa must be recognized, not only in the persecution of the SDGs but also in facilitating diplomatic relations in the bipolar scenario, in fact: «The two nations have diplomatic channels through which they could cooperate in space, including the United Nations ‘Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, of which both the US and China are members. In 2015, the Obama administration also established a dialogue with China on space safety, which is quietly continuing under Trump, although the meetings are mostly high-level talks [...]»²²⁵.

A stronger role for Europe should be called to break this bipolarity. In this direction it must be said that: «the Commission has made ambitious proposals for the next Multi-annual Financial Framework (MFF) of the Union for the period 2021–2027. These include a dedicated Space program for a total of EUR 16 billion, space research addressed by Horizon Europe, the next Union Framework Program for Research and Innovation, and space investments addressed by the Invest EU program. Access to finance remains as one of the identified bottle neck to space entrepreneurship in Europe. For the first time, the EU Space Program proposes specific provisions to support the emergence of a “European New Space”. And precisely smart financing for space is at the heart of this strategy and will rely on synergies among all the programs as well as between European and national levels»²²⁶.

Relationships between EU and ESA should be stabilised and reinforced, to bolster the European space identity on the geopolitical scenario. Similarly, the EU must encourage space economic partnerships among industrial and commercial actors in member countries.

²²⁴ <https://spacenews.com/op-ed-a-u-s-return-to-the-moon-is-about-preserving-the-rule-of-law/>

²²⁵ <https://www.politico.com/story/2019/06/16/war-in-space-trump-china-1365842>

²²⁶ https://www.eib.org/attachments/thematic/future_of_european_space_sector_en.pdf p. 7.

Again, for the same reasons, smaller space powers, such as Europe and Russia, must internally strengthen their space ecosystems, betting on the commercial involvement of traditionally non-space sectors. This strengthening of the NSE is not only needed for greater induced reasons, but also to increase the geopolitical weight in this bipolar scenario.

Strengthening the NSE and trade agreements will also be the largest geopolitical stabilization tool. The commercialization and democratization of space will offer new opportunities to strengthen the ties between our economies and in doing so it will oblige space powers to economic cooperation. A rapid commercialization of space will therefore allow to decrease scenarios made of impedimental attitudes and opposing alliances, perpetrating the worst geopolitical patterns in space: the construction of strong economic ties reduces the risks of reproducing conflict or isolationist behaviours in space. The diplomatic effort therefore cannot fail to be accompanied by an effort of economic collaboration.

In addition to developing a strong NSE sector and ensuring private investments²²⁷, States will also have to devote themselves to: a better regulation in open innovation, a more profitable and sharable management of intellectual property, a stronger public-private partnerships best practice for innovation and tech transfer.

If space 3.0 continues and strengthens in the next decades, this important spirit of international collaboration can lay the foundations for a peaceful multiplanetary society (also because in space humanity will be too busy in surviving to find time to triumph).

²²⁷ https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/economic-development-of-low-earth-orbit_tagged_v2.pdf p.103.

