GIURETA
Rivista di Diritto dell'Economia, dei Trasporti e dell'Ambiente
Vol. XXIII
2025

PROFILI EVOLUTIVI DELLA REGOLAMENTAZIONE INTERNAZIONALE DELLE ATTIVITÀ SPAZIALI NELL'ORBITA BASSA. IMPIEGO SOSTENIBILE DEI MICROSATELLITI E DELLE COSTELLAZIONI

Nicolò Carnimeo e Antonella Florio [*]

SOMMARIO: 1. *New space economy* e sviluppo tecnico-regolatorio dell'orbita bassa. – 2. Il ruolo dell'ITU nell'attribuzione e gestione delle orbite. Le prospettive della *World radio frequency conference* 2023 – 3. Impatti e politiche di mitigazione degli *space debris* – 4. Equilibri geopolitici e problematiche di accesso allo spazio.

1. – Nell'affrontare il tema della *new space economy* [1] vengono certamente in aiuto i dati più aggiornati relativi ai ritorni economici prodotti direttamente o indirettamente dalle attività umane connesse al «quarto ambiente» [2] e contenuti nel cosiddetto «Rapporto Draghi» [3]. I numeri dell'economia spaziale

[*] I §§ 1 e 4 sono attribuibili a Nicolò Carnimeo, professore associato di diritto della navigazione presso l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro; i §§ 2-3 sono attribuibili ad Antonella Florio, assegnista di ricerca presso l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro.

[1] Per un approfondimento in merito alla *New Space Economy* cfr. S. Di Pippo, *Space Economy,* Milano, 2022. Questa nuova frontiera economica ha costruito le proprie basi con il supporto delle agenzie spaziali governative di alcuni Paesi, in particolare Stati Uniti, Russia, Europa, le quali per prime hanno avviato il processo di esplorazione e regolamentazione delle attività umane nello spazio extra-atmosferico. Grazie all'ingresso di società private si assiste ad una costante crescita che rinviene dallo sviluppo di tecnologie, applicazioni, prodotti e servizi che incidono direttamente nella quotidianità della vita sulla terra.

[2] Il primo a parlare di quarto ambiente è stato L.G. Napolitano, il quale grazie ai suoi esperimenti in microgravità, ha contribuito, nel dopoguerra, ad accrescere l'interesse per le attività spaziali, cfr. G. Caprara, *Lo spazio, il quarto ambiente. Storia di Luigi Gerardo Napolitano, pioniere della microgravità,* Milano, 2010. V. anche G.C. Sgrosso, *Diritto Internazionale dello Spazio,* Firenze, 2011,18.

[3] Il cd. «Rapporto Draghi» *The Future of European Competitiveness* è stato presentato nel settembre 2024. Il documento redatto su incarico della Commissione Ue è composto da due parti (A e B) il cui capitolo 8 della parte B sezione 1 è stato dedicato al settore spaziale delineando un quadro aggiornato nella sua declinazione internazionale ed europea dei punti di forza e di debolezza di questo settore. Nel *web* https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en#paragraph_47059.

Rivista di diritto dell'economia, dei trasporti e dell'ambiente, vol. XXIII – 2025
ISSN 1724-7322

CC BY NC ND

globale dicono che nel 2023 il valore è stato di 630 miliardi di dollari e le stime per il futuro indicano che potrebbe raggiungere 1.800 miliardi di dollari entro il 2035, con un incremento medio del 9% all'anno. La crescita futura deriverà principalmente dallo sfruttamento degli *space-enabled data*, ma anche dallo sviluppo di segmenti industriali completamente nuovi come quello farmaceutico, dei semiconduttori e delle biotecnologie. Emerge, inoltre, l'esigenza di valorizzare gli *asset* tradizionali come l'accesso allo spazio, particolarmente in orbita bassa, che rimane il fattore strategico principale. In questo settore, come sottolineato dallo stesso rapporto [4], si avverte maggiormente l'enorme *gap* tra gli Stati Uniti e le altre potenze spaziali (Cina, Giappone), i Paesi emergenti (Canada, India, Israele, Australia) in rapida crescita (con un incremento da 163 milioni di euro nel 2020 a 566 milioni di euro nel 2023) ed il fanalino di coda europeo. I dati dell'Unione si attestano per il segmento *upstream* sul 12% (5,6 miliardi di euro) del mercato globale e per quello *downstream* sul 23% (83 miliardi di euro) rivelando una maggior dipendenza dal resto del mondo, che lascia intravedere una notevole fragilità, in particolare per i piani della sicurezza nello spazio e nel *cyberspace* [5].

[4] *Ivi,* Parte B, Sezione 1, Capitolo 8 «*Space*» , 175 ss. «*The crisis of Europe's launchers: Autonomous access to space is a prerequisite for the EU's strategic autonomy. At the same time, European launch systems face key strategic challenges. European launch systems allowed the deployment and replenishment of the EU-owned satellite constellations Copernicus, Galileo (and soon IRIS2), which all contribute to the resilience and security of the EU and its Member States. Europe's development and launch service management was executed in an inter-governmental context, under the European Space Agency (ESA). ESA Member States have funded the development of Ariane and Vega launchers since the 1970s. Since 2022, the governance of European launchers is in crisis, following the ceasing of Ariane 5 operations, the end of Russian Soyuz launches, the grounding of Vega C, delays in development of Ariane 6, and uncertainty concerning their competitiveness. Several privately funded EU start-ups are striving to develop new space transportation solutions, also in light of the temporary non-availability of Ariane and Vega. However, Europe has historically had a limited institutional demand for launch systems, accounting for only a small part of the global market (at around 1%). This makes European launch service companies highly dependent on large, accessible markets to scale up and develop. At the same time, the open commercial market is very restricted, with the US and China's markets dominated by domestic players, often protected by legislation; while the European market remains relatively open*». Nel *web* https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en#paragraph_47059.

[5] M. Friedling, *Commandant de l'espace,* Parigi, 2023, 153 ss. L'autore, ex Generale delle forze Aeree e Spaziali francesi, ed attuale fondatore della start-up *Look Up Space* che si occupa di sostenibilità nello spazio extra-atmosferico, nel saggio afferma «*Les enjeux de sécurité dans l'espace et le cyber- espace présentent d'ailleurs des analogies:la mise hors service ou la destruction d'un satellite ne cause pas de morts et de blessés, tout au moins directement. Mais elle affaiblit et désorganise un adversaire à la mesure de sa dépendance envers ses moyens spatiaux*».

Nelle attività legate alla *new space economy* si possono distinguere tre segmenti principali, cosiddetti *upstream*, *midstream* e *downstream* [6] per i quali sempre più rilievo assume l'orbita terrestre bassa (LEO) [7] rispetto alle altre orbite GEO [8], MEO [9](ed altre porzioni orbitali) [10]. Si tratta di un'area fortemente appetibile, poiché più facilmente raggiungibile e fruibile in termini di costi e di qualità di dati che possono essere acquisiti. A limitare le possibilità di impiego permangono una serie di problemi tecnici e, con tutta evidenza, giuridici, primo tra tutti la limitatezza del numero delle orbite e la loro for-

[6] In linea generale la «nuova» economia spaziale viene divisa in tre segmenti: *upstream*, *midstream* e *downstream*, dove per *upstream* si intende tutta la produzione atta ad operare nello spazio: satelliti, manifattura e costruzione di componenti per satelliti, lanciatori e altri velivoli spaziali; per *midstream*, invece, il complesso delle infrastrutture funzionali a raggiungere lo spazio extra-atmosferico, come ad esempio le piattaforme di lancio e i centri di controllo; il settore *downstream* prevede l'elaborazione a terra dei dati raccolti dai dispositivi in orbita provvedendo alla elaborazione dei dati stessi, servizi il cui impiego viene destinato ad attività di monitoraggio ambientale, previsioni metereologiche (anche a servizio dell'agricoltura e pesca, della prevenzione delle emergenze climatiche impattanti sulle attività terrestri), telecomunicazioni, di navigazione; senza ignorare l'aspetto più impattante costituito dalla capacità acquisita grazie alle costellazioni satellitari di posizionamento, tracciamento di persone e merci, come *Copernicus* v. nel *web* https://www.copernicus.eu.

[7] Al fine di comprendere il senso scientifico-commerciale dell'attività umana nello spazio orbitale attorno al nostro pianeta bisogna fornire alcuni dati tecnici essenziali che connotano la scelta di collocare uno o più satelliti in una precisa orbita. Tale orientamento parte ovviamente dallo scopo della missione satellitare incidendo sui costi dell'intera operazione. L'orbita terrestre bassa (*Low Earth Orbit* - LEO) è relativamente vicina alla superficie terrestre, e si colloca a un'altitudine compresa tra gli 80 e 1.000 km circa (per avere un termine di paragone basti sapere che la maggior parte degli aerei commerciali vola ad altitudini non superiori a circa 14 km). A differenza dei satelliti GEO che devono sempre orbitare lungo l'equatore, i satelliti in LEO non devono sempre seguire una rigida traiettoria attorno alla Terra, e possono procedere su un piano inclinato, comportando anche una maggiore disponibilità di rotte, risultando, pertanto, l'orbita più ambita. La vicinanza della LEO alla Terra la rende particolarmente adatta all'acquisizione di immagini con elevata risoluzione, come appunto le attività di *satellite maps and imagery;* è anche l'orbita utilizzata dalla Stazione Spaziale Internazionale (*International Space Station* - ISS) a circa 400 km, proprio per la facilità di raggiungimento. I satelliti in questa orbita viaggiano ad una velocità di circa 7,8 km al secondo, impiegando circa 90 minuti per fare l'intero giro della Terra, il che significa che la ISS viaggia intorno alla Terra circa 16 volte al giorno. Tuttavia, i singoli satelliti in LEO sono meno utilizzati per le telecomunicazioni, poiché muovendosi a velocità elevate (anche per contrastare la forza di gravità più incidente) implicano un maggiore sforzo di tracciamento alla stazione di terra. Queste caratteristiche hanno reso necessario, al fine dell'utilizzo di tali orbite per le comunicazioni, fare ricorso all'uso di costellazioni satellitari per garantire una copertura costante e coordinata. Per approfondimenti sul sistema orbitale si veda nel *web* https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits; anche la *Global Change Master Directory* della NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) nel documento *Ancillary Description Writer's Guide*, 2013, definisce il sistema orbitale terrestre operando una di-

male attribuzione e gestione, nonché, più in generale, il tema della sostenibilità legato anche ai cosiddetti *space debris* [11]. La loro proliferazione e l'incremento nell'utilizzazione della LEO genera un rischio potenziale e attuale di sinistri tra satelliti (operativi e non [12]) e tra questi e i rifiuti spaziali [13], un fenomeno ampiamente previsto e preconizzato nel 1978 dall'astrofisico Donald J. Kessler, noto appunto come sindrome di *Kessler* [14]. L'utilizzazione della LEO, inoltre, è destinata ad incrementare grazie all'attività di aziende private che mettono in orbita numerosi «piccoli satelliti» i quali, ormai, rappre-

stinzione delle diverse orbite in ordine al suo utilizzo in relazione alla tipologia e missione satellitare, nel web https://web.archive.org/web/20131231000203/http://gcmd.nasa.gov/add/ancillaryguide/platforms/orbit.html.

[8] I satelliti collocati in orbita geostazionaria (*Geostationary Orbit* - GEO) girano sopra l'equatore da ovest a est eseguendo l'intera rotazione terrestre in 23 ore, 56 minuti e 4 secondi ad una velocità di 3 km al secondo ed un'altitudine di 35.786 km. (esattamente alla stessa velocità della Terra). Ciò fa sì che i satelliti in GEO appaiano «stazionari» su una posizione fissa. La GEO viene utilizzata dai satelliti la cui funzione principale sia il costante sorvolo di un punto specifico, caratteristica che la rende funzionale ad attività di telecomunicazione o di monitoraggio meteorologico. I satelliti in GEO, proprio per la loro collocazione ad una considerevole quota orbitale, sono in grado di coprire un ampio raggio di osservazione della Terra. Sono, infatti, sufficienti anche solo tre satelliti equidistanti per avere una copertura quasi integrale del globo terrestre. Il programma *European Data Relay System* - EDRS dell'ESA ha posizionato i satelliti in GEO, anche al fine di trasmettere informazioni da e verso satelliti non in GEO. Tale capacità rende l'Europa autosufficiente in termini di connessione satellitare.

[9] L'orbita terrestre media (Medium Earth Orbit- MEO) comprende un'ampia gamma di orbite collocabili tra quelle basse (LEO) e le geostazionarie (GEO) anche per le MEO l'oggetto spaziale che le percorre non è vincolato a mantenere un singolo e rigoroso piano di rotta (esattamente come per le LEO) e viene occupato da una varietà di tipologie satellitari con applicazioni assai diverse tra loro. L'impiego più frequente delle orbite MEO è legato ai sistemi di navigazione , come Galileo, il sistema europeo di posizionamento e navigazione civile (Global Navigation Satellite System - GNSS), che utilizza una costellazione di 24 satelliti per fornire una integrale copertura del globo terrestre.

[10] I satelliti in orbite polari (*Polar Orbit* - PO) di solito viaggiano da nord verso sud del nostro pianeta, passando all'incirca sopra i poli terrestri con una deviazione compresa tra 20 e 30 gradi (ancora considerata come un'orbita polare). Le orbite polari sono un tipo di orbita terrestre bassa, poiché si trovano ad altitudini comprese tra i 200 e i 1000 km dalla crosta terrestre. Una particolare tipologia di orbita polare è quella eliosincrona (*Sun Synchronous Orbit*- SSO) collocabile ad un'altitudine compresa tra i 600 e gli 800 km circa. I satelliti piazzati su tale orbita si muovono ad una velocità di circa 7,5 km al secondo e sono sincronizzati per essere sempre nella stessa posizione «fissa» rispetto al Sole affinché mantengano un'angolazione che eviti il rischio di ombreggiamenti da parte della Terra. Ciò significa che il satellite passa sempre sullo stesso punto alla stessa ora locale, il che rende questa particolare orbita adatta all'osservazione costante di una particolare area per monitorarne, attraverso il confronto delle immagini, il progressivo cambiamento. Tale criterio viene utilizzato per delineare modelli meteorologici, sia per le ordinarie previsioni meteo, il controllo sulla deforestazione ed innalzamento del livello del mare, che, ancor meglio, per prevedere emer-

sentano la categoria di veicoli spaziali più diffusi e utilizzati [15]. Questi a loro volta possono suddividersi sulla base del loro peso in «picosatelliti», «nanosatelliti», «microsatelliti» e «minisatelliti» [16], nonché essere utilizzati in forme aggregate realizzando «costellazioni» e «mega-costellazioni» [17] che si riferiscono, appunto, a enormi flotte di centinaia o migliaia di satelliti standardizzati i quali operano insieme in orbita e vengono impiegati per ottenere più facilmente ampie zone di copertura per numerose applicazioni [18] .

Come già rilevato le orbite basse costituiscono un perfetto punto prospettico per le attività satellitari di telerilevamento grazie alla qualità di risoluzione

genze, come tempeste, inondazioni, incendi boschivi e fenomeni tettonici. Le orbite di trasferimento (*Transfer Orbits*) sono un tipo speciale di orbita, considerata come una sorta di orbita di appoggio dei satelliti prima che vengano posizionati nell'orbita di destinazione, consentendo, quindi, un risparmio di energia propulsiva del lanciatore (come Ariane 5), una delle orbite di trasferimento più comuni è l'orbita di trasferimento geostazionaria (*Geostationary Transfer Orbit* - GTO). Ed infine le orbite relative ai Punti di *Lagrange* (*Lagrange Points*- LPO). Si tratta di punti collocabili ad oltre un milione di chilometri dalla superficie terrestre i quali sono adatti all'osservazione dello spazio profondo. Molte missioni scientifiche e di osservazione dell'Agenzia Spaziale Europea, passate presenti e future, sono collegate ai punti lagrangiani come ad esempio, le attività di rilevazione del telescopio solare *Soho* (*Solar and Heliospheric Observatory*) lanciato nel 1995 (ed ancora in funzione), o del telescopio *Athena (Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics)*il cui lancio è previsto per il 2031. Per approfondimenti sul sistema orbitale si veda nel *web* https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits.

[11] V. *infra* par. 2

[12] Questo rischio di impatto è chiaramente amplificato per la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) in quanto abitata da esseri umani. Infatti, nel corso della vita operativa della stazione spaziale, diverse volte è stato richiesto agli astronauti di raggiungere le proprie navicelle spaziali quando la ISS transitava in una zona a più elevato rischio. Fortunatamente, non si sono mai verificati sinistri tali da richiedere l'abbandono della stazione spaziale. Nonostante tutti i *debris* spaziali (anche quelli più piccoli con dimensioni fino a 10 cm) vengano costantemente osservati e catalogati, risulta molto difficile tracciare con precisione le loro orbite.

[13] Cfr. D. J. Kessler, N. L. Johnson, J.C. Liou, M. Matney, *The Kessler Syndrome: Implications to Future Space operations*, San Diego, 2010, v. anche A. Florea, *Approssimazione analitica di manovre in orbita bassa per la rimozione di detriti* (Tesi di dottorato, Politecnico di Torino) nel *web* https://webthesis.biblio.polito.it/secure/25646/1/tesi.pdf, 2022, 3. L'autore cita la teoria di *Kessler* ed il fenomeno della *Debris belt* enunciata nel lontano 1978, partendo dalla collisione del 2009 tra i due satelliti *Cosmos 2251* e *Iridium 33.*

[14] Cfr. A. Buzzoni, *La sindrome di Kessler e il problema dei detriti spaziali,* Bologna, 2017. D. J. Kessler, B.G. Cour-Palais, *Collision Frequency of Artificial Satellites: The creation of a Debris Belt*, in *Journal of Geophysical Research*, Volume 83, A6, Houston, 1978, 2637 ss. Gli autori sostenevano già nel 1978 che «*As the number of artificial satellites in earth orbit increases, the probability of collisions between satellites also increases. Satellite collisions would produce orbiting fragments, each of which would increase the probability of further collisions, leading to the growth of a belt of debris around the earth. This process parallels certain theories*

delle immagini ottenute, esse hanno preso avvio già negli anni '70 con il lancio del satellite statunitense E.R.T.S. (*Earth Resources Technology Satellite,* 1972) poi rinominato LANDSAT 1 [19], a cui si sono avvicendati ben nove generazioni di satelliti e che rappresenta, ad oggi, certamente il programma di osservazione della terra più longevo (LANDSAT 9, lanciato nel 2021).

Risulta agevole dedurre che con l'aumento del numero di satelliti artificiali in orbita terrestre, cresca anche la probabilità di collisioni e la successiva generazione di pericolosi frammenti. Il flusso di detriti orbitanti e la loro velocità intorno

concerning the growth of the asteroid belt. The debris flux in such an earth-orbiting belt could exceed the natural meteoroid flux, affecting future spacecraft designs. A mathematical model was used to predict the rate at which such a belt might form. Under certain conditions the belt could begin to form within this century and could be a significant problem during the next century. The possibility that numerous unobserved fragments already exist from spacecraft explosions would decrease this time interval. However, early implementation of specialized launch constraints and operational procedures could significantly delay the formation of the belt».

[15] Un saggio scientifico divulgativo sul tema è quello di P. Caraveo, *Ecologia Spaziale,* Milano, 2024.

[16]Sulla classificazione delle dimensioni satellitari quella sopra riportata è stata elaborata dalla JPL (*Jet Propulsion Laboratory della NASA- California Institute of Technology*) e viene comunemente utilizzata anche dall'Agenzia spaziale italiana. Si veda nel *web* https://www.asi.it/tecnologia-ingegneria-micro-e-nano-satelliti/micro-e-nanosatelliti/pubblicazioni/. Sul tema cfr. G. Leccese, M. A. Saporetti, G. D'Amore, S. Natalucci, A. Negri, G. Cucinella, S. Bonomo, G. Germani, S. Di Filippo, *BISS, a Bi-Directional Internet of Things Satellite Service: Preliminary Studies and Future Perspectives*, ESA 4S Symposium, Vilamoura, Portugal, 2022, 16 – 20 May https://az659834.vo.msecnd.net/eventsairwesteuprod/production-atpi-public/b3f2612173cf483481b31bc40601dc3e G. Leccese, A. Fedele, S. Natalucci, *Overview and Roadmap of Italian Space Agency Activities in the Micro- and Nano-Satellite Domain*, 73rd IAC, Paris, France, 2022, 18 – 22 September. https://iafastro.directory/iac/paper/id/69210/summary/ V. Lamarca, C. Angelone, V. Mancini, M. L. Tampellini, D. Giudici, P. Guccione, F. Gerace, P. Gabellini, S. Falzini, A. Monti Guarnieri, A. Fedele, F. Tataranni, A. Montuori, S. Natalucci, *SATURN – A Synthetic Aperture Radar CubeSats Swarm Mission for Earth Observation*, 73rd IAC, Paris, France, 2022, 18 – 22 September. Si v. nel *web* anche https://iafastro.directory/iac/paper/id/71546/summary/. I satelliti con masse inferiori ai 500 kg sono solitamente identificati come «piccoli satelliti» e classificati in base alla loro massa come «picosatelliti» che hanno un peso inferiore ad 1 kg; «nanosatelliti» con un peso inferiore a 20 kg, «microsatelliti» con un peso inferiore 100 kg e «minisatelliti» con un peso inferiore a 500 kg. Il valore limite fra nanosatelliti e microsatelliti, originariamente fissato a 10 kg, si è attestato negli ultimi anni sui 20 kg e anche oltre, per tenere il passo con una sempre maggiore complessità delle piattaforme convenzionalmente considerate «nano satellitari». Bisogna tener presente che ad oggi non esiste una suddivisione per massa universalmente accettata di queste categorie di satelliti. Nell'ambito dei micro e nano satelliti viene distinta inoltre una particolare categoria, quella dei CubeSat, basati su una o più unità standard, comunemente chiamate «U», con dimensioni di 10x10x10 cm e masse di circa 1-2 kg. Lo standard CubeSat, nato alla fine degli anni '90 dall'Università Politecnica della California e dall'Università di Stanford per scopi educativi, dopo i primi lanci avvenuti nel 2003, si è progressivamente affermato, passando da un impiego prevalentemente «educational» a quello in missioni sempre più complesse, dall'osservazione della Terra alle telecomunicazioni,

alla Terra potrebbe superare quello naturale di meteoriti, costituendo un parametro di cui tener conto per la progettazione dei veicoli spaziali di nuova generazione. L'implementazione tempestiva di vincoli di lancio e procedure operative specializzate potrebbe ritardare significativamente la formazione della cintura di rifiuti [20].

Gli orientamenti appena descritti anche in termini di uso sostenibile sono stati oggetto di dibattito nei più recenti consessi internazionali quali la *World Radio Frequency Conference* (WRC) svoltasi a Dubai nel novembre 2023 [21], la *Eu*

fino all'astrofisica e all'esplorazione planetaria. I micro e I nanosatelliti presentano caratteristiche di ridotta massa, elevata standardizzazione e uso intensivo di componentistica commerciale, che consentono costi ridotti e rapidi tempi di sviluppo. Questi aspetti, insieme a opportunità di lancio più frequenti e meno costose, aumentano la possibilità di accedere a programmi spaziali di università, centri di ricerca, piccole e medie imprese, nonché Paesi emergenti, contribuendo in maniera determinate al cosiddetto fenomeno della «democratizzazione dello spazio». Nel *web* https://www.comunitadiconnessioni.org/articoli/la-democratizzazione-dello-spazio-nuove-frontiere-sfide-etiche-e-il-ruolo-dellitalia-nella-new-space-economy/.Cfr. L. Viikari, *The environmental element in space law: assessing the present and charting the future,* 2008.

[17]Cfr. J. Khalife; M. Neinavaie; Z. M. Kassas, *Navigation With Differential Carrier Phase Measurements From Mega Constellation LEO Satellites,* in *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine,* Portland, 2020. Si v. anche Z.M. Kassas; N. Khairallah; S. Kozhaya, *Ad Astra: Simultaneous Tracking and Navigation With Mega Constellation LEO Satellites,* in *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine,* Vol. 39, settembre 2024, Portland, 46 ss.

[18] A. Florea, Torino, 2022, cit., 3.

[19] Si v. G.C. Sgrosso, *Diritto Internazionale dello Spazio,* cit., 366.

[20] L. Viikari, *Environmental aspects of space activities,* in *Handbook of Space Law,* a cura di F. von der Dunk, Cheltenham, 2015. L'autrice evidenzia che gli aspetti ambientali delle attività spaziali e del diritto spaziale sono sempre più oggetto di attenzione, in quanto rappresentano una delle aree future più importanti che, anche nel contesto giuridico, dovranno essere affrontate per garantire un uso sostenibile dello spazio esterno a beneficio dell'umanità. All'interno di questa più ampia problematica la questione dei «detriti spaziali» è diventata sempre più importante. Si sono già verificate diverse collisioni tra oggetti spaziali, la maggior parte delle quali negli ultimi anni (il test cinese *ASAT* del 2007; l'abbattimento da parte degli Stati Uniti del satellite *USA-193* nel 2008; la collisione tra *Iridium* e *Cosmos* nel 2009). In assenza di norme specifiche, chiare e vincolanti nei trattati spaziali, gli sforzi giuridici per affrontare il problema dei detriti spaziali si sono finora concentrati in larga misura sull'utilizzo dei concetti tradizionali di responsabilità (v. *infra* nota 29), come previsto dalla Convenzione sulla responsabilità del 1972, e di registrazione ai fini dell'identificazione dello Stato o degli Stati responsabili, come previsto dalla Convenzione sulla registrazione del 1975. Tuttavia, «*regards the element of fault' in regard to liability for damage caused by a piece of uncontrollable space junk or the proper extent of the rather vague provisions of the 1967 Outer Space Treaty on environmentally responsible behavior in outer space*». Ed inoltre «*efforts have been made to draft new regimes, addressing in particular the mitigation of the generation of new space debris. Examples of the latter are the Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) which has drafted guidelines on how to minimize the*

Space Week tenutasi a Siviglia sempre nello stesso mese del 2023 [22] ma anche l'ultima seduta del Consiglio ITU tenutasi nel giugno 2024 [23]dove è emerso con forza che la gestione e la regolamentazione della porzione di spazio orbitale più prossima alla terra viene ritenuta come la «nuova Eldorado». Allo stesso modo è stata avvertita la necessità di regolamentare diversi aspetti normativi che la riguardano e di sviluppare e implementare il «diritto internazionale dei satelliti». Secondo la più autorevole dottrina [24] questo può essere definito come « *that subset of international space law that addresses the operations of satellites in orbit around*

generation of new space debris and the transformation of many of those guidelines on the national level into binding requirements for obtaining a space license». Si veda anche Id., *Towards More Effective Settlement of Disputes in the Space Sector,* in *Law and language in partnership and conflict*, *Special Issue of the Lapland Law Review,* University of Lapland, Finland, N.1, Vol 1, 2011, 332 ss. Per una disamina del concetto di detriti spaziali e del quadro normativo di riferimento si v. anche M. De Las Mercedes Esquivel, E. R. Molnar, *Detriti spaziali: Rifiuti ad alto livello,* in *Riv. giur. amb.*, 2018, 273 ss.

[21] La Conferenza mondiale delle radiocomunicazioni (WRC-23) tenutasi a Dubai dal 20 novembre al 15 dicembre 2023 ha focalizzato la sua attenzione sulla revisione dei Regolamenti delle radiocomunicazioni e delle relative appendici oltre all'adozione di nuove Risoluzioni. Va precisato che le Conferenze Mondiali delle Radiocomunicazioni (WRC) si tengono ogni tre o quattro anni per riesaminare e, se necessario, rivedere il Regolamento delle Radiocomunicazioni, trattato internazionale che regola l'uso dello spettro delle radiofrequenze e le orbite dei satelliti geostazionari e non geostazionari. Le revisioni vengono effettuate sulla base di un ordine del giorno stabilito dal Consiglio dell'ITU che tiene conto delle raccomandazioni formulate dalle precedenti WRC, gli atti regolatori prodotti nell'edizione 2023 sono entrati in vigore il 1° gennaio 2025. V. nel *web* https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-E.pdf, https://www.itu.int/wrs-24/.

[22] L'evento di Siviglia, organizzato congiuntamente dalla Commissione europea e dall'Agenzia dell'Ue per il programma spaziale (EUSPA), dedicato al tema della «Innovazione sostenibile per un'Europa resiliente», ha offerto l'opportunità ad imprese ed istituzioni europee, attraverso la programmazione di eventi di *networking*, incontri d'affari e dimostrazioni di applicazioni, di comprendere i vantaggi previsti nel programma spaziale dell'Ue, si v. J. Aschbacher, *L'Europa riparte da Siviglia*, in *AirPress*, novembre 2023, 4 ss.. L'autore, direttore generale dell'Agenzia Spaziale europea, evidenzia come «il *summit* spaziale di Siviglia ci ha offerto l'opportunità di discutere insieme agli Stati membri e all'Unione il ruolo vitale dello spazio per i cittadini europei. Tra i punti salienti, la questione critica dei lanciatori, insieme ai significativi progressi nell'esplorazione e al forte impegno ad affrontare la pressante sfida del cambiamento climatico. L'Europa riconosce che lo spazio non è più un settore di nicchia, ma una questione sul tavolo dei negoziati globali in cui affermare la propria autonomia». V. nel *web* anche https://www.euspaceweek.eu/.

[23] L'ultima sessione del *Council of the International Telecommunication Union* (ITU) tenutosi a Ginevra nel giugno 2024 ha raggiunto decisioni chiave sul futuro sviluppo spaziale, sulla ecologizzazione dell'industria digitale e sulla cooperazione digitale globale. Il Consiglio ha inoltre approvato la relazione annuale ITU, e confermato i piani operativi previsti per i prossimi quattro anni, in attesa della prossima *Plenipotentiary Conference* ITU prevista a Doha (Quatar) per il 2026, Nel *web* https://council.itu.int/2024/en/documents/.

the Earth. Excluding, therefore, topics such as manned space flight, suborbital space operations, and any activities beyond Earth orbits, this means addressing the use of satellites for telecommunications purposes, for Earth observation and remote sensing, and for positioning, timing, and navigation». Da questa disciplina Von Der Dunk esclude i temi del volo spaziale con equipaggio, le operazioni spaziali suborbitali e qualsiasi attività al di là delle orbite terrestri, mentre sarebbero inclusi i temi riguardanti le comunicazioni satellitari, il telerilevamento satellitare (che comprende l'osservazione satellitare della Terra) e la navigazione satellitare. Questi ultimi tre settori delle attività spaziali, sono certamente soggetti al *Corpus* del diritto spaziale internazionale, ma allo stesso tempo ciascuno di essi possiede un proprio regime giuridico specifico e cioè il diritto internazionale delle comunicazioni via satellite, il diritto internazionale del telerilevamento via satellite, e il diritto internazionale della navigazione satellitare. Si tratta di un ambito giuridico caratterizzato da una forte connotazione pubblicistica, ma nel quale la crescente partecipazione delle imprese private è destinata a mutare equilibri ed assetti consolidati man mano che si prefigurano nuove forme di utilizzazione.

L'elaborazione e l'evoluzione del «diritto internazionale dei satelliti» viene affidata anche ad istituzioni internazionali quali il COPUOS ed in particolare al suo *Legal Subcommitee* il quale nella sua sessantaduesima sessione[25] ha affrontato diverse questioni tra cui quella dell'applicazione del diritto internazionale alle attività dei piccoli satelliti. È stata rilevata l'opportunità di determinare un accesso equo alle orbite commerciali anche da parte dei Paesi in via di sviluppo ribadendo che tutte le attività devono essere svolte al fine di garantire la sicurezza e la sostenibilità nello spazio extra-atmosferico nell'ambito del quadro internazionali esistenti, compresi i trattati e i principi delle Nazioni Unite, la Costituzione e la Convenzione dell'ITU [26]. Come meglio specificato in seguito vengono in rilievo i Regolamenti radio

[24] Per una prima elaborazione sistematica del tema cfr. F. Von der Dunk, *International Satellite Law,* Lincoln, 2019.

[25] Si veda il Documento del COPUOS A/AC.105/1285, *Report of the Legal Subcommittee on its sixty-second session, held in Vienna from 20 to 31 March 2023* (nel *web* https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2023/aac_105/aac_1051285_0_html/AC105_1285E.pdf). Tale documento rappresenta la *summa* di tutte le questioni giuridiche relative all'attività umana nello spazio extra-atmosferico che non hanno ancora trovato una regolamentazione globale condivisa, come la delimitazione giuridica dei confini dello spazio extra atmosferico attraverso la fissazione della linea di *Karman* sino alla gestione sostenibile delle costellazioni di micro satelliti in orbita bassa.

[26] V. *infra* par. 2

dell'ITU, nonché altri strumenti non vincolanti come le *Linee guida per la mitigazione dei detriti spaziali del Comitato* [27] e le *Linee guida per la sostenibilità a lungo termine delle attività nello spazio extra-atmosferico* [28] del Comitato (A/74/20, allegato II) per quanto riguarda il tema degli *space debris*. I temi evidenziati in sede COPUOS, che ha trattato anche l'implementazione delle megacostellazioni, sono poi relativi alla responsabilità internazionale per i danni causati da oggetti spaziali e, quindi, all'applicabilità della relativa Convenzione [29] alla registrazione dei satelliti e, naturalmente, alla mitigazione dei rifiuti spaziali. Il tentativo è quello di realizzare regole uniformi sulla base di esigenze comuni anche per i piccoli satelliti, le quali poi devono essere trasfuse nelle singole leggi nazionali sullo spazio[30]. Vi è grande interesse per la LEO anche in Italia, le nostre industrie concorrono alla realizzazione dei più rilevanti programmi commerciali internazionali quali ad esempio *Axiom, Orbital Reef e Starlab* [31]. Anche l'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) ha promosso

[27] *Space Debris Mitigation Guidelinees* nel *web* https://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf.

[28] Il Rapporto 2019 del COPUOS A/74/20, All. II, sviluppa il tema della *Long-term sustainability of outer space activities* (pagina 21), per maggiori dettagli si veda nel *web* https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2019/a/a7420_0_html/V1906077.pdf

[29] La *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, firmata il 29 marzo 1972 e ratificata dall'Italia con la legge n. 426 del 5 maggio del 1976, la terza delle 5 Convenzioni parte integrante del *Corpus Iuris Spatialis,* amplia i principi sulla responsabilità degli Stati per danni causati da oggetti spaziali che erano già stati sanciti nell'OST (Trattato sullo spazio extra – atmosferico, il primo).Nel *web* https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introliability-convention.

[30] In Italia il 20 giugno 2024 è stato presentato dal Consiglio dei ministri il decreto legislativo che disciplina l'accesso allo Spazio promuovendo investimenti e ricerca scientifica nel settore; si tratta di un testo normativo che introduce elementi in materia di autorizzazioni e vigilanza preventiva dei rischi delle attività (artt. 3-11) di responsabilità degli operatori spaziali (art.18). Nel *web* https://www.mimit.gov.it/it/notizie-stampa/cdm-approvata-la-prima-legge-italiana-sullo-spazio; ed anche https://www.asi.it/2024/06/cdm-approvata-la-prima-legge-italiana-sullo-spazio/.

[31] In considerazione della deorbitazione della Stazione Spaziale Internazionale (SSI) prevista per i 2030 molte aziende commerciali si stanno preparando a rimpiazzare le attività di ricerca, produzione e turismo spaziale svolte a bordo, tra queste *Axiom Space*, che prevede di attaccare prima i propri moduli all'attuale SSI, per poi staccarsi e formare una stazione spaziale commerciale completamente indipendente. Il primo modulo di Axiom è previsto possa essere attaccato alla ISS nel 2026, mentre il completamento della stazione avverrà negli anni successivi. Nel *web* https://www.axiomspace.com/. Oltre ad *Axiom*, altre aziende spaziali private stanno sviluppando nuove stazioni spaziali commerciali tra cui *Orbital Reef*, una collaborazione tra *Blue Origin, Sierra Space*, *Boeing* e altri, mira a offrire una piattaforma per la ricerca, il turismo e le attività commerciali in orbita terrestre bassa. *Orbital Reef* sarà una stazione spaziale privata in orbita terrestre bassa, costruita per il commercio, la ricerca e il turismo. Si prevede che sarà operativa

missioni con piattaforme nano e microsatellitari e le relative tecnologie abilitanti. L'utilizzo degli spazi orbitali ha determinato lo sviluppo di nuove capacità di interoperabilità orbitale quali l'*In-orbit servicing* e la manutenzione delle orbite anche attraverso il controllo dei cosiddetti detriti spaziali. Nel controllo del traffico spaziale (STM-*Space traffic management*), l'Italia si pone all'avanguardia ed è prevista anche una missione nazionale, contemplata dal PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza), nonché investimenti sul centro dell'Agenzia spaziale italiana (Asi) a Matera, i quali prevedono un *network* di telescopi per il tracciamento dei detriti spaziali *Fly Eye* [32].

2. – Al fine di esaminare il processo evolutivo del sistema satellitare globale occorre porre l'attenzione sull'attività dell'*International Telecommunication Union* (ITU) [33]. Nel tempo l'ITU si è evoluto rispetto agli obiettivi ed al ruolo originario dalla sua fondazione, che risale al 1865 sotto il nome di *International Telegraph Union* [34], e ciò è avvenuto anche a seguito dell'ingresso e consolidamento del ruolo dei gestori privati nel settore delle radio e telecomunicazioni. Nel 1992 si aggiorna cambiando denominazione e regole strutturali attraverso la modifica del proprio trattato istitutivo che viene rielaborato in un unico documento formato da due parti, una «costituzione» attinente alla normativa relativa agli organi ed alle specifiche competenze della neonata ITU, ed una «convenzione» che regola tutte le attività procedurali tra cui spicca l'organizza-

nella seconda metà degli anni 2020 e sarà in grado di supportare un equipaggio di 10 persone, nel *web* https://www.blueorigin.com/news/orbital-reef-commercial-space-station.

Allo stesso modo, *Starlab,* guidata da *Nanoracks*, *Voyager Space* e *Lockheed Martin*, presenterà un grande *habitat* gonfiabile e strutture di laboratorio all'avanguardia, nel *web* https://starlab-space.com/.

[32] Si tratta di un vero e proprio osservatorio sviluppato grazie alla collaborazione di ASI ed ESA, il *FlyEye* sarà la prima unità di una rete globale di telescopi per il monitoraggio degli oggetti vicini alla Terra (Near-Earth Objects, NEO) nell'ambito del Programma di Sicurezza Spaziale dell'ESA, Per maggiori dettagli si veda nel *web* https://www.asi.it/2024/09/flyeye-il-tar-da-il-via-libera-alla-realizzazione-dellosservatorio/.

[33] Si tratta di una Agenzia delle Nazioni Unite fondata nel 1865 ed istituita, appunto, allo scopo di facilitare la cooperazione tra gli Stati aderenti e i relativi membri di settore (società scientifiche, industrie, operatori privati e pubblici) per il miglioramento e l'uso razionale delle telecomunicazioni e delle onde radio in ogni sua forma. Sull'ITU v. G. Catalano Sgrosso, *Diritto internazionale dello spazio*, cit. 431 ss. Per approfondimenti sull'evoluzione e i compiti dell'ITU v. nel *web* https://www.itu.int.html , ed anche https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Convention-E.pdf.

[34] Per un approfondimento sulle origini dell'*International Telegraph Union* cfr. S. Fari, *The formative years of Telegraph Union*, Cambridge, 2015.

zione delle Conferenze mondiali. Nella Conferenza di Ginevra del '92 vengono stabiliti formalmente i tre «settori di competenza» dell'ITU le «radiocomunicazioni», la «telecomunicazione» e lo «sviluppo».

In particolare il cambio di passo prevede il potenziamento del settore delle radiocomunicazioni attraverso la gestione dello spettro radio globale [35] e delle orbite satellitari, favorendo la standardizzazione di modelli tecnologici di telecomunicazioni per una maggiore connettività tra gli Stati e promuovendo l'attuazione dei programmi elaborati dall'ITU, anche con l'obiettivo di facilitare l'accesso e la fruibilità ai servizi (spaziali) per i Paesi in via di sviluppo.

L'organigramma dell'ITU è costituito dalla Conferenza Plenipotenziaria (PP), che rappresenta l'organo principale, a cui partecipano le delegazioni di tutti gli Stati membri, questa si riunisce ogni quattro anni (circa) e conta, ad oggi, 193 Paesi [36]. Vi sono poi il Consiglio, nominato in seno alla Conferenza, la Segreteria Generale, i Comitati consultivi, nonché i tre dipartimenti dedicati ai «settori di competenza»: quello delle radiocomunicazioni (ITU-R), delle telecomunicazioni (ITU-T), della standardizzazione e dello sviluppo (ITU-D). Per quanto attiene in particolare al settore ITU-R tra i compiti del dipartimento vi è l'organizzazione sistematica delle conferenze mondiali (*World Radiocommunication Conferences* - WRCs) e quelle regionali (*Regional Radiocommunication Conferences* – RRCs) [37], avvalendosi della direzione del *Radio Regulation Board* [38].

[35]«Lo spettro radio è la parte dello spettro elettromagnetico con frequenze da 30 Hz a 300 GHz. Le onde elettromagnetiche in questa gamma di frequenze, chiamate onde radio, sono ampiamente utilizzate nella tecnologia moderna, in particolare nelle telecomunicazioni. Le tecnologie comunemente conosciute che utilizzano lo spettro radio sono quelle cellulari a banda larga *wireless* (ad esempio basate sullo *standard* tecnologico di quarta o quinta generazione) e i sistemi WiFi», v. nel *web* https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/policies/radio-spectrum.

[36] Oltre agli Stati membri, possono aderire all'ITU, senza però partecipare alla formazione di norme avente carattere cogente, anche i cosiddetti «membri di settore» come industrie, accademie, organismi scientifici o settoriali e organizzazioni internazionali (ICAO, IMO, IARU, CRAF etc.). Si veda nel *web* https://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/rrs/RRS-13-Africa/Documents/Tutorial/ITU-R_Basics.pdf.

[37] La *Radio Regulations*, divide il mondo in tre regioni ITU per la gestione dello spettro radio globale ognuna contraddistinta da una propria serie di frequenze. La Regione 1 consta dell'Europa, Africa, Medio Oriente a ovest del Golfo Persico, il Golfo Persico, l'ex Unione Sovietica e la Mongolia. La Regione 2 è costituita dalle Americhe, Groenlandia e alcune delle isole del Pacifico orientale. La Regione 3 comprende Asia, a est incluso l'Iran, e la maggior parte dell'Oceania. Si veda nel *web* https://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/rrs/RRS-13-Africa/Documents/Tutorial/ITU-R_Basics.pdf

[38] Il settore delle radiocomunicazioni (ITU-R) ha il compito della gestione dello spettro radio e delle orbite satellitari; quello delle telecomunicazioni e standardizzazione (ITU-T) si occupa della standardizza-

Le *Radio Regulations* [39] contengono disposizioni di natura tecnica e vincolanti tra gli Stati membri che disciplinano le telecomunicazioni internazionali con lo scopo di garantire il funzionamento efficiente dei servizi di telecomunicazione internazionali. Nel corso degli anni queste disposizioni hanno acquisito uno spettro sempre più largo con l'obiettivo di assicurare operazioni prive di interferenze «nocive» dei sistemi di tele e radio comunicazione e consentire agli Stati membri un accesso equo allo spettro radio, oltre a fornire istruzioni aggiornate per le comunicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche.

Al fine di avere una visione più completa della materia è necessario analizzare anche i compiti e le attività svolte da un'altra istituzione internazionale, l'Organizzazione Mondiale del Commercio (*World Trade Organization*-WTO), poiché insieme all'ITU è, certamente, l'organismo più qualificato nello sviluppo dell'impianto regolatorio degli aspetti tecnici e operativi delle

zione delle reti di telecomunicazione; mentre quello dello sviluppo (ITU-D) ha l'obiettivo di favorire l'evoluzione armonica delle telecomunicazioni nei Paesi in via di sviluppo e di fornire loro l'assistenza necessaria. In particolare l'ufficio delle radiocomunicazioni (*Radiocommunication Bureau*) con a capo il Direttore, eletto dalla *Plenipotentiary Conference (*PP), ha il compito di coordinare ed organizzare il lavoro del settore radiocomunicazione, e nello specifico è responsabile dell'applicazione delle disposizioni del Regolamento delle Radiocomunicazioni e degli Accordi Regionali. Quest'ultimo provvede, inoltre, alla registrazione delle frequenze nel Registro Internazionale delle Frequenze (*Master International Frequency Register* - MIFR). Tratta i casi di interferenze dannose, fornendo ai Membri assistenza e supporto in materia di radiocomunicazioni; coordina, inoltre, la preparazione, l'*editing* e la distribuzione delle circolari dei documenti e delle pubblicazioni del settore. V. nel *web* https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx.

[39] Il Regolamento delle Radiocomunicazioni dell'ITU (*Radio Regulations* - RR), rappresenta il principale documento normativo delle radiocomunicazioni, e al pari di qualunque altro trattato internazionale è vincolante per gli Stati Membri. In Italia viene ratificato dal Ministero degli Esteri su proposta del MIMIT (Ministero dell'Industria e del Made in Italy) e le disposizioni in esso contenute prevalgono sui Piani di Attribuzione Nazionali (*National Frequency Allocation Plan* - NFAP). La sua stesura definitiva viene validata in seno alle Conferenze mondiali delle Radiocomunicazioni (*World Radiocommunication Conferences* - WRC's). La struttura del documento si apre con un «preambolo» e le definizioni dei «termini generali», dei «servizi radio» e delle «stazioni radio», prosegue con le «tabelle di attribuzione delle frequenze ai servizi radio» e le procedure di coordinamento, notifica e registrazione delle frequenze ed eventuali procedure per la risoluzione di disturbi alle stazioni radio comunicazioni (telecomunicazioni realizzate con onde radioelettriche, cfr. A. Vellucci, *Le radiocomunicazioni nel contesto internazionale e nazionale,* Roma, 2023). Costituiscono parte integrante del testo le «appendici» che possono contenere piani di assegnazione ed altre disposizioni sia per i servizi di terra che per quelli spaziali, nonché gli elenchi dei parametri tecnici e metodi di calcolo per le procedure di coordinamento, notifica e registrazione nel MIFR (*Master International Frequency Register*). Il regolamento si chiude con l'emanazione di risoluzioni e raccomandazioni (con valore vincolante per tutti gli Stati Membri) adottate dalle commissioni in seno alla relativa WRC.

comunicazioni via satellite [40]. Come per le comunicazioni terrestri senza interferenze da onde radio, delle quali l'ITU si era già occupata per quasi un secolo, anche per le comunicazioni satellitari l'uso senza interferenze costituisce un aspetto determinante, tale da garantire un efficace utilizzo di frequenze ed orbite. L'intero sistema utilizzato per le onde radio viene applicato anche alle comunicazioni via satellite, con l'ulteriore necessità di coordinare la posizione fisica dei satelliti nello spazio, utilizzando il *wireless* a radiofrequenza [41] per il trasferimento dei dati attraverso collegamenti radio satellitari (ponti radio satellitari) con le stazioni di terra. Sulla base di tale esigenza è emersa una relazione di causa ed effetto tra l'uso (privo di interferenze) delle frequenze da parte dei satelliti e le posizioni da essi occupate. L'utilizzo della stessa frequenza in allocazioni vicine comporta problematiche per gli operatori contigui, che si riducono significativamente se i satelliti, invece, si trovano alle estremità opposte, in particolare nel caso dell'orbita geostazionaria. L'ITU per evitare interferenze dannose ha sviluppato un sistema tripartito che assicura un perfetto coordinamento nell'attribuzione delle frequenze, tale sistema è contenuto nel testo costitutivo dell'ITU [42].

L'incremento delle attività di commercializzazione dei servizi satellitari ha, però, posto per l'ITU la necessità di affrontare il processo di liberalizzazione del mercato, preservando le funzioni e i ruoli pubblici delle telecomunicazioni, comprese le comunicazioni satellitari, anche al fine di assicurare condizioni di parità per gli operatori commerciali privati interessati a offrire i loro servizi nel modo più ampio possibile [43].

[40] La collaborazione tra la WTO e l'ITU è prevista dall'Allegato GATS (v. infra nota 44) sulle telecomunicazioni. In base all'accordo di cooperazione tra l'ITU e il WTO, le due organizzazioni partecipano come reciproci osservatori alle riunioni dell'altra e collaborano in attività quali ricerca, pubblicazioni, conferenze e workshop. Nel web https://www.wto.org/english/thewto_e/coher_e/wto_itu_e.htm

[41] V. *supra* nota 35

[42] Una disamina approfondita si trova in F. Lyall, P.B. Larsen, *Space law: A treatise*, Londra, 2018, 37 ss. Gli autori si soffermano sulla regolamentazione degli usi commerciali dello spazio extra-atmosferico e realizzano un'accurata analisi dell'attività dell'ITU, passando in rassegna le normative ambientali, la navigazione, il telerilevamento, i risvolti commerciali e finanziari delle attività spaziali. Nel saggio si evidenziano, inoltre, le problematiche connesse al rischio di congestione dello spettro di frequenze disponibili, anche in vista dell'esponenziale incremento di richieste di operazioni satellitari da parte di privati.

[43] Cfr. P.K. McCormick, M.J. Mechanick, *The transformation of Intergovernmental satellite organisations,* Leiden, 2013. Si veda anche H. Hertzfeld, J.N. Pelton, *Financial Models and Economic Analysis for Small Satellites Systems, in Handbook of Small Satellites, a* cura di J.N. Pelton e S. Madry, 2019, 221 ss. Gli

Lo sviluppo del mercato globale negli anni Novanta, ha evidenziato criticità sul ruolo e sulla funzione delle organizzazioni satellitari intergovernative INTELSAT (*International Telecommunications Satellite Organization)*, INMARSAT (*International Maritime Satellite Organization*) ed EUTELSAT (*Organisation européenne de télécommunications par satellite*) [44]esistenti tanto da generare una nuova offerta di servizi commerciali su operazioni satellitari da parte di operatori privati, pur potenziando il ruolo di organismi mondiali di supervisione come la *World Trade Organization* (WTO), con il preciso compito di regolamentare o quantomeno di monitorare a livello internazionale questa dinamica dimensione commerciale. Nel rapido processo di liberalizzazione non discriminatoria il *General Agreement on Trade in Services* - GATs, contenuto nel documento finale (*Annex B1*) dei negoziati multilaterali (1986-1994), istitutivi del WTO, firmato a Marrakech nel 1994, segna il passo di questo nuovo paradigma. Si tratta, appunto, dell'Allegato B1 che delinea l'Accordo Commerciale sui Servizi (evoluzione del più datato *General Agreement on Tariffs and Trade* - GATT del 1947) che costituisce il documento giuridico generale a cui tutti gli altri accordi internazionali successivi devono essere subordinati [45].

autori affrontano il vasto tema dell'economia e del finanziamento delle comunicazioni satellitari partendo dall'analisi della normale pianificazione aziendale, sino al finanziamento degli investimenti, attraverso valutazioni di politica governativa, tecnologie *dual-use*, sicurezza e difesa nazionale. Viene sottolineato, inoltre, come i sistemi satellitari commerciali rappresentano un caso particolare di analisi economica, in quanto questi dipendono fortemente da un mercato governativo incentrato su considerazioni politiche di bilancio e di regolamentazione. Oggi i sistemi di telecomunicazione satellitare sono fondamentali per quasi tutte le nazioni del mondo, e sono particolarmente importanti nei circa 60 Paesi che dispongono di capacità di lancio e/o di operazioni satellitari a livello nazionale.

[44] Nel 1964 nasce INTELSAT la prima organizzazione intergovernativa a livello globale ad occuparsi di telecomunicazioni via satellite, seguita dalla francese EUTELSAT nel 1977 (specializzata in telediffusione) e dalla britannica INMARSAT nel 1979 (che si occupa prevalentemente di telefonia satellitare). Oggi, in linea con l'evoluzione del mercato, tutte e tre le organizzazioni sono state privatizzate. Si veda C. Roisse, *The evolution of EUTELSAT: A challenge successfully met*. in *The transformation of intergovernmental satellite organizations*, a cura di P. K. McCormick e M. J. Mechanick, Leiden, 2013, 119 ss.; D. Sagar, *Inmarsat: In the forefront of mobile satellite communications*, in *The transformation of intergovernmental satellite organizations*, a cura di P. K. McCormick e M. J. Mechanick, Leiden, 2013, 35 ss.

[45] Si veda F. Von Der Dunk, *Handbook of Space Law*, Cheltenham, 2015, 814 ss. M. Krajewski, *General agreement on trade in services (1994),* in *The Max Planck encyclopedia of public international law*, Vol. IV. Oxford, 2012, 323 ss.; R. Bhala, K. Kennedy, *World trade law: The GATT-WTO system, regional arrangements, and U.S. law*. Charlottesville, 1998. Per un approfondimento sul WTO e GATs si vedano nel *web https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/06-gatt_e.htm*, e https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/26-gats.pdf.

Quest'ultimo applica il criterio del *positive list approach*, una sorta di negoziazione collettiva su determinati prodotti, non obbligatoria, ma assoggettata a regole diverse da quelle generali dettate dal testo madre. L'Accordo sui Servizi si avvale, inoltre, della clausola della *Most Favoured Nation* e di quella del *National Treatment*. Il principio della nazione più favorita richiama, in chiave economica, quello della non discriminazione, in quanto ripropone l'obbligo di trattamento equo di qualsiasi *partner* commerciale estero rispetto a quello riservato, appunto, a coloro i quali provengano da una «nazione più favorita». Il principio sancito nella clausola del *National Treatment* fa un passo avanti rispetto al precedente nell'applicazione della non discriminazione vietando sostanzialmente un trattamento differente tra fornitori (degli stessi beni) stranieri e nazionali [46]. Tale politica ha portato in pochissimi anni gli Stati membri del WTO, in particolare coloro che sono interessati ad una sostanziale liberalizzazione dei mercati globali e di quelli che offrono servizi satellitari di telecomunicazione, alla stesura del Quarto Protocollo (1997) GATs, dedicato appunto agli «Impegni sulle Telecomunicazioni» che contiene quattro Accordi commerciali plurilaterali e non vincolanti in materia [47].

Certamente le applicazioni satellitari globalmente più impattanti, come il telerilevamento e la navigazione satellitare non hanno, ad oggi, trovato una solida ed adeguata armonizzazione nel diritto internazionale, nonostante il tentativo regolatorio cominciato da tempo a partire dalla Risoluzione ONU 41/65 del 1986 [48]. Deve essere rilevato che la risoluzione affronta prevalentemente la problematica da un punto di vista politico, provando a contemperare gli interessi degli Stati che preferiscono operare in un regime di maggio-

[46] Si veda il documento della *Organization for Economic Cooperation and Development-OECD, Most-Favored-Nation Treatment in International Investment Law, 2004, nel web http://dx.doi.org/10.1787/518757021651.* In dottrina cfr. F. Lavdari, *Principle of Most Favored Nation: Description, Modern Evolution, and Analysis of the Exceptionality of the Principle in A Contemporary World,* 2021, 16 ss., nel *web* https://doi.org/10.21467/exr.1.1.4296.

[47] Per un approfondimento v. *The Fourth Protocol to the General Agreement on Trade and Services,* in vigore dal febbraio 1998, nel *web https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:21997A1218(01).*

[48] La *UN Resolution on Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space,* n. 41/65 del 1986 è concordemente considerata il principale documento giuridico di diritto spaziale applicabile a questo particolare tipo di attività satellitari. Nel *web* https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/principles/remote-sensing-principles.html. Cfr. F. Von Der Dunk, *United Nations Principles on Remote Sensing and the User* , Lincoln, 2002.

re libertà per sé e per i propri operatori e quei Paesi che, non avendo mezzi propri, sarebbero assoggettati e quindi dipendenti dai primi. Nonostante il concreto rischio di una politica discriminatoria nel testo normativo, appare solo l'applicazione di condizioni di costo favorevoli per gli Stati svantaggiati e non una efficace tutela del diritto di «consenso o accesso preferenziale» [49].

In merito alla navigazione satellitare, assoggettata al diritto satellitare internazionale, essa attiene prevalentemente alle attività di misurazione del tempo, posizionamento, navigazione, previste dal *Global Navigation Satellite Systems* – GNSS. Gli attuali sistemi operativi di posizionamento a livello mondiale sono rappresentati dallo statunitense GPS (*Global Positioning System*) dal russo GLONASS (*Global Orbiting navigation System*), dal cinese BEIDOU(*Navigation Satellite System o BDS*) e da quello dell'Unione Europea GALILEO. La gestione dei primi tre sistemi (GPS, GLONASS e BEIDOU) è affidato interamente alle forze militari nazionali lasciando intuire che l'accesso ai dati processati possa subire qualche limitazione [50]; diverso discorso deve essere fatto per il sistema europeo Galileo essendosi sviluppato in ambito civile con una prospettiva di gestione pubblico-privata, anche al fine di consentire un maggior monitoraggio e controllo per specifiche operazioni commerciali (in materia di sicurezza ad esempio) da parte delle autorità unionali preposte, come disciplinato da numerose direttive [51].

[49] Cfr. F. Von Der Dunk, *International Satellite Law*, cit.. L'autore suggerisce l'applicazione congiunta del diritto d'autore da un lato, e della tutela della sicurezza, dall'altro, in modo da garantire gli interessi commerciali degli operatori, impedendo l'utilizzazione illegittima della tecnologia spaziale o dei suoi prodotti senza che venga assicurato un adeguato compenso. In relazione al diritto d'autore, egli, evidenzia che l'Unione Europea è stata la prima a prevedere una direttiva specifica per la protezione delle banche dati, la *Database Protection Directive* 96/9/EC dell'11 marzo 1996 (v. in particolare gli artt. 1,3,5,7-11). La tutela della sicurezza, resta, invece, appannaggio dei singoli Stati e regolamentata in modo specifico. Si veda tra gli altri il Canada con la *Remote Sensing Space Systems Act* (RSSSA) e la *Loi sur les systèmes de télédétection spatiale* (LSTS) del 2005, la Germania con l'*Act Protecting Against the Endangerment of German Security Through the Proliferation of High Resolution Aerial Imagery of the Earth*(*Satellitendatensicherheitsgesetz*) n. 2007/58, del 28 novembre 2007, in Francia con la legge sulle operazioni spaziali (*Loi relative aux opérations spatiales*, n. 2008/518 del 3 giugno 2008, artt. 23 e 24) ma anche gli Stati Uniti in materia di telerilevamento (*Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space*, UNGA Resolution n. 41/65, del 3 dicembre del 1986; UN Doc. A/AC.105/572/Rev.1). Sul tema si veda anche R. Bond, *Database law and the information society*, in *Telecommunications & Space Journal*, Parigi, 1997, 183 ss.

[50] Cfr. B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, E. Wasle, *GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more*, New York, 2008; Si veda anche L. J. Smith, *Legal aspects of satellite navigation*, in *Handbook of space law* a cura di F. G. von der Dunk, cit., 554 ss.

[51] Si fa riferimento alle seguenti normative comunitarie: il Regolamento del Consiglio che istituisce

L'ambito regolatorio naturale per tutte le attività satellitari, che rappresentano una porzione significativa nello scenario della *New Space Economy* resta comunque l'ITU e la sua attività specifica svolta anche in seno alle *World Radiofrequency Conferences* (WRC's) [52], nella cui recente edizione, tenutasi a Dubai dal 20 novembre al 15 dicembre 2023, emergono sviluppi degni di attenzione.

Come già evidenziato innanzi, in relazione agli obiettivi in materia satellitare la WRC-23 ha previsto nella sua agenda attraverso un approccio equo, una maggior razionalizzazione delle risorse limitate dello spettro e degli *spot* orbitali, prevedendo un potenziamento, un'accelerazione ed un coordinamento del processo internazionale di attribuzione e gestione delle orbite (anche attraverso una tenuta aggiornata e puntuale del *Master International Frequency Register*–Mifr).

Uno dei *focus* riguarda anche la connessione in radiofrequenza tra satelliti, cioè la capacità *satellite interlink*, con l'obiettivo di renderla più veloce

l'impresa comune Galileo, n. 876/2002/CE, del 21 maggio 2002; GU L 138/1 (2002); il Regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il proseguimento dell'attuazione dei programmi europei di navigazione satellitare (EGNOS e Galileo), n. 683/2008/CE; GU L 196/1 (2008); la Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle norme di accesso al servizio pubblico regolamentato fornito nell'ambito del programma Galileo, n. 1104/2008. 683/2008/CE; GU L 196/1 (2008); la Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle norme di accesso al servizio pubblico regolamentato fornito dal sistema globale di navigazione satellitare istituito nell'ambito del programma Galileo, n. 1104/2011/UE (2011); il Regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la tutela delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali e la libera circolazione di tali dati, e che abroga la direttiva 95/46/CE, n. 2016/679/UE (2016).

[52] Le Conferenze mondiali delle radiocomunicazioni (WRC) hanno una scadenza triennale (o quadriennale) ed il principale obiettivo di aggiornare, emendare o introdurre nuove linee guida rispetto agli esistenti regolamenti radio, ed al trattato internazionale che disciplina l'uso dello spettro delle radiofrequenze e le orbite dei satelliti geostazionari e non geostazionari. Tutte le Conferenze sono precedute da un'intensa attività preparatoria *(Conference Preparatory Meeting* - CPM) che culmina con la redazione di un ordine del giorno stabilito dal Consiglio dell'ITU, anche su raccomandazioni formulate nelle precedenti Conferenze mondiali con il consenso della maggioranza degli Stati membri. Nel pieno rispetto delle disposizioni del testo costituzionale ITU in seno alla WRC si può: rivedere il Regolamento Radio ed i relativi Piani di assegnazione e riparto delle Frequenze; affrontare qualsiasi questione relativa alle radiocomunicazioni a livello globale; impartire istruzioni sia al Consiglio per la regolamentazione radiofonica che all'Ufficio delle radiocomunicazioni e monitorarne le attività; determinare le questioni di studio da sottoporre all'Assemblea delle radiocomunicazioni e ai gruppi collegati per le future Conferenze. Per maggiori dettagli sul documento finale della WRC di Dubai si veda nel web https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-E.pdf; L. Bianchi, *Quanta Space economy c'è nelle telecomunicazioni*, in *Airpress*, N. 149, 2023, 16 ss.

(conseguendo un ruolo più efficace del mezzo spaziale per le tecnologie 6G), nonché la connessione a ricevitori personali mobili, attività che aprirebbe le porte all'avvio di una nuova competizione tra i servizi spaziali e quelli che fanno capo agli operatori terrestri.

Certamente l'intervento normativo più significativo in seno alla WRC-23 lo si rileva con la Risoluzione ITU-R 74 in materia di sostenibilità applicata alla qualità e sicurezza delle operazioni spaziali messe a crescente rischio di collisioni tra satelliti e *debris*, qui si affronta il tema della monopolizzazione da parte di un'*élite* di operatori di una consistente ed ambita porzione orbitale, come l'orbita bassa, con un consequenziale uso iniquo e non democratico dello spazio [53].

[53] Per la prima volta nel 2023 viene discussa ed approvata la Risoluzione ITU-R 74 sulla sostenibilità spaziale con misure che incidono sia sull'uso dello spettro radio che sui detriti spaziali (in linea con il lavoro svolto presso UN-COPUOS), *Activities related to the sustainable use of radio-frequency spectrum and associated satellite-orbit resources used by space services.* Qui di seguito si riporta il testo integrale della risoluzione ITU-R 74: «T*he ITU Radiocommunication Assembly, recallinga) Resolution 219 (Bucharest, 2022) of the Plenipotentiary Conference, on sustainability of the radio-frequency spectrum and associated satellite-orbit resources used by space services; b) Resolution 218 (Bucharest, 2022) of the Plenipotentiary Conference, on ITU's role in the implementation of the "Space2030" Agenda: space as a driver of sustainable development, and its follow-up and review process; considering: a) that technologies used by both non-geostationary orbit (non-GSO) fixed-satellite service (FSS) systems and geostationary orbit (GSO) FSS and broadcasting-satellite service (BSS) networks are rapidly evolving, and consequently the associated ITU Radiocommunication Sector (ITU-R) Recommendations and Reports need to be updated to reflect the evolving nature of the characteristics and operations of such systems and networks; b) that Member States can deorbit their satellites at the end of life and develop criteria and methodologies, including sharing data, to facilitate frequency coordination and compatible use of satellite systems; furthermore, Member States can submit contributions to the relevant study groups to initiate or continue ITU-R studies to develop recommendations that support the long-term sustainability of the radio-frequency spectrum and associated orbit resources; c) the development of new technologies of in-orbit servicing (IOS) of space radiocommunication service spacecraft, including active space debris removal; d) that the available radio-frequency spectrum and associated orbit resources are limited and must be shared among all nations; e) that it is important to consider long-term space sustainability in the formation of policies and procedures for the efficient use of radio-frequency spectrum and satellite-orbit resources, recognizing: a) that No. 78 of the ITU Constitution (Article 12), on the functions and structure of the Radiocommunication Sector, states: "The functions of the Radiocommunication Sector shall be, bearing in mind the particular concerns of developing countries, to fulfill the purposes of the Union, as stated in Article 1 of this Constitution, relating to radiocommunication: by ensuring the rational, equitable, efficient and economical use of the radio-frequency spectrum by all radiocommunication services, including those using the geostationary-satellite or other satellite orbits, subject to the provisions of Article 44 of this Constitution, and by carrying out studies without limit of frequency range and adopting recommendations on radiocommunication matters"; b) that No. 196 of the Constitution (Article 44), on the use of the radio-frequency spectrum and of the GSO and other satellite orbits, states that "radio frequencies and any associated orbits, including the geostationary-satellite orbit, are limited natural resources and that they must be used rationally, efficiently and economically, in conformity with the provisions of the Radio Regulations,*

In particolare con un esplicito riferimento alle indicazioni della Raccomandazione ITU-R S.1003.2 [54] del 2010 la recente Risoluzione ITU-R74 nelle premesse (al punto e) precisa che «*it is important to consider long-term space sustainability in the formation of policies and procedures for the efficient use of radio-frequency spectrum and satellite-orbit resources*».

In seno alla WRC-23 sono state, dunque, complessivamente approvate 43 nuove risoluzioni, revisionate 56 risoluzioni esistenti e soppresse 33 risoluzioni. Altri risultati significativi riguardano in particolare l'assegnazione di frequen-

so that countries or groups of countries may have equitable access to those orbits and frequencies, taking into account the special needs of the developing countries and the geographical situation of particular countries"; c) that Resolution 219 (Bucharest, 2022) of the Plenipotentiary Conference instructs the Radiocommunication Assembly, as a matter of urgency, to perform the necessary studies through relevant Radiocommunication study groups on the issue of the increasing use of radio-frequency spectrum and associated orbit resources in non-GSO orbits and the long-term sustainability of these resources, as well as on equitable access to, and rational and compatible use of, the GSO and non- GSO orbit and spectrum resources, consistent with the objectives of Article 44 of the Constitution; d) that Recommendation ITU-R S.1003-2 (2010) on environmental protection of the GSO provides guidance about disposal orbits for satellites in the GSO, and comments on the increase in debris due to fragments resulting from increased numbers of satellites and their associated launches, and that there is no equivalent recommendation applicable to non-GSO orbits; e) that Radiocommunication study groups dealing with space radiocommunication services throughout the years have been developing and plan to continue developing studies, including those on the use and management of spectrum and associated orbit resources, which contribute to the promotion of long-term sustainability of these resources; f) that those studies developed by Radiocommunication study groups dealing with space radiocommunication services address technical compatibility and regulatory procedures for non-GSO satellite systems, and are intended to ensure equitable access for all countries or groups of countries to radio frequencies and any associated orbits; g) the existing mandate and current work being done within the United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS) to advance the long-term sustainability of outer space, including through the 2019 adoption by the COPUOS and subsequent consideration by the United Nations General Assembly of the 21 Guidelines for the Long-Term Sustainability of Outer Space Activities, and the importance of not duplicating work already being done elsewhere in the UN system; h) that the Radiocommunication Bureau has recently received an ever-increasing number of filings for non-GSO systems, including systems composed of hundreds or thousands of space stations and multiple configurations, and observed a continued and expanded launch and operation of non-geostationary satellites in outer space; noting; a) that Resolution ITU-R 9 resolves that the Radiocommunication Study Groups, or groups established by the Study Groups, may liaise, collaborate and exchange information, in accordance with established principles, with other organizations, such as standards development organizations, universities and industry organizations, and with partnership projects, forums, consortia and research collaborations; b) that there is already a substantial amount of work related to long-term space sustainability being carried out in the Radiocommunication Study Groups, resolves, as a matter of urgency, to invite the ITU Radiocommunication Sector 1. taking into due account Article 12 of the Constitution, to continue technical activities, including those on interference assessment and mitigation techniques among non-GSO systems in support of long-term sustainability in the scope of ITU-R with a focus on the prevention of harmful interference, and ensuring the rational,

ze aggiuntive per i servizi satellitari passivi di esplorazione della Terra per consentire misurazioni avanzate delle nubi di ghiaccio per migliorare la capacità di previsione meteorologica e monitoraggio del clima; è stata, altresì, predisposta l'assegnazione di nuove frequenze all'industria aeronautica per i servizi mobili via satellite aeronautici (117,975-137 MHz) con l'obiettivo di migliorare la comunicazione bidirezionale tramite sistemi satellitari non- GSO (*geosynchronous orbit*) per piloti e controllori del traffico aereo ovunque, in particolare nelle aree oceaniche e remote; ed ancora l'assegnazione delle bande 15,41-15,7 GHz con-

equitable, efficient and economical use of the radio- frequency spectrum and associated orbit resources, with a focus on non-GSO systems, in accordance with the provisions of the Radio Regulations and applicable ITU-R Recommendations, taking into account the special needs of the developing countries and the geographical situation of particular countries; 2. to develop and finalize during the next study cycle a Handbook on best practices for the sustainable use of frequencies and associated non-GSO orbits by space radiocommunication services, including individual experiences and guidelines adopted by Member States and Sector Members, instructs the relevant Radiocommunication study groups taking into account recognizing g) above, instructs the Director of the RadiocommunicationBureau below, Recommendation ITU-R S.1003 and advancements in technology, to conduct studies towards the development of a new Recommendation providing guidance on safe and efficient deorbit and/or disposal strategies and methodologies for non-GSO space stations involved in radiocommunication services after the end of their life, focusing on the radio-frequency spectrum and associated satellite-orbit resources used by space services, instructs the Director of the Radiocommunication Bureau 1 to report to the Radiocommunication Advisory Group and to the 2027 radiocommunication assembly on the developments and results of the studies and actions taken in the implementation of this Resolution; 2 to create a website available through a link from the main ITU-R website, containing a compendium of links to available and reliable information on the subjects described in resolves, as a matter of urgency, to invite the ITU Radiocommunication Sector 2 of this Resolution; 3 to collaborate and exchange information with other United Nations organizations dealing with space activities, as well as with the United Nations Office for Outer Space Affairs and COPUOS, during the studies performed in the scope of this resolution, encourages Members of the ITU Radiocommunication Sector to actively participate in the implementation of this Resolution by, among others, submitting contributions to concerned Radiocommunication study groups, requests the ITU Secretary-General to bring this Resolution to the attention of the United Nations Office for Outer Space Affairs». Si vedano nel web https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/res/R-RES-R.74-2023-PDF-E.pdf , ed anche the United Nations Office of Outer Space Affairs (UNOOSA), https://www.unoosa.org/.

[54] La Raccomandazione richiamata, sebbene si riferisca alle orbite geostazionarie, offre una base di lavoro utile alla estensione dell'azione di liberazione dai *debris* di tutto lo spazio orbitale terrestre, tenuto conto che nel frattempo l'accumulo di detriti si sta concentrando in particolare nelle orbite basse (*Low Orbit*-LO e *Very Low Orbit*-VLO) a causa dell'incremento esponenziale delle allocazioni di mini, micro e costellazioni di satelliti, «*Recommendation ITU-R S.1003.2 (12/2010) Environmental protection of the geostationary-satellite orbit* […] *provides guidance about disposal orbits for satellites in the geostationary- satellite orbit (GSO). In this orbit, there is an increase in debris due to fragments resulting from increased numbers of satellites and their associated launches.* […] *are: Recommendation 1: As little debris as possible should be released into the GSO region during the placement of a satellite in orbit; Recommendation 2: Every reasonable ef-*

sentendo ad aerei, elicotteri e droni di trasportare sofisticate apparecchiature digitali aeronautiche per scopi quali sorveglianza, monitoraggio, mappatura e riprese, e di avere la capacità di trasferire dimensioni importanti di dati utilizzando collegamenti radio a banda larga. Anche sulla base delle assegnazioni su descritte è stata prevista l'adozione di interventi normativi per la fornitura di collegamenti inter satellitari consentendo di rendere fruibili i dati quasi in tempo reale, migliorando la disponibilità e il valore dei dati strumentali per applicazioni a bassa latenza, come le previsioni meteorologiche e la riduzione del rischio di catastrofi. Tra le disposizioni più significative vi è certamente l'approvazione della decisione assunta dall'*International Bureau of Weights and Measures*-BIPM (Ufficio Internazionale dei Pesi e delle Misure) di adottare il *Coordinated Universal Time*-UTC (Tempo Coordinato Universale) come *standard* temporale *de facto* entro il 2035, con la possibilità di estendere la scadenza al 2040 nei casi in cui le apparecchiature esistenti non possano essere sostituite per tempo.

Oltre a ciò, in materia di meteorologia spaziale la risoluzione ITU-R74 introduce ed autorizza l'uso di particolari sensori per l'osservazione dei brillamenti solari, la radiazione solare e tempeste geomagnetiche, che costituiscono le maggiori cause di interferenze con i servizi di radiocomunicazione compresi i satelliti, i servizi di telefonia mobile e i sistemi di navigazione; ed infine grazie all'approvazione da parte del *Radio Regulatory Board* si assicura a 41 Paesi la fruibilità di risorse orbitali nuove che per mancanza di coordinamento impedivano l'accesso a *slot* orbitali già assegnati.

In preparazione dei prossimi appuntamenti e l'approvazione delle rispettive agende delle WRC, previste nel 2027 e nel 2031, sono stati affidati ai gruppi di studio dei distinti settori i *topics* che costituiranno le basi scientifiche dei futuri interventi normativi fungendo da spunto anche per armonizzazioni regolatorie a livello nazionale non solo da parte degli Stati Membri ma anche dei Paesi in via di sviluppo interessati a partecipare.

fort should be made to shorten the lifetime of debris in elliptical transfer orbits with the apogees at or near GSO altitude; Recommendation 3: Before complete exhaustion of its propellant, a geostationary satellite at the end of its life should be removed from the GSO region such that under the influence of perturbing forces on its trajectory, it would subsequently remain in an orbit with a perigee no less than 200 km above the geostationary altitude; Recommendation 4: The transfer to the graveyard orbit removal should be carried out with particular caution in order to avoid radio frequency interference with active satellites. Applicability: […] *is addressed to member states of the ITU and applies to the operation of satellites in the GSO. Due to its character as a recommendation of the ITU Radiocommunication Assembly, it is not legally binding*».

Uno degli obiettivi oggetto di studio è limitare le operazioni non autorizzate delle stazioni terrestri in orbita non geostazionaria (non-GSO) nel servizio satellitare fisso (FSS) e mobile (MSS), prevedendo regolamentazioni *ad hoc* per i sistemi satellitari fissi (FSS) che tengano conto delle esigenze specifiche dei paesi in via di sviluppo, inclusa la necessità di un accesso equo alle bande di frequenza pertinenti. Altre disposizioni dovranno riguardare la protezione da interferenze delle «zone radio quiete» causate da sistemi in orbita satellitare non geostazionaria, e la previsione di possibili nuove allocazioni del servizio mobile-satellitare per la connettività diretta tra stazioni spaziali ed apparati di utenza mobile ad integrazione della copertura della rete mobile terrestre. Lo studio dovrà, inoltre, ravvisare nuove allocazioni di frequenze e azioni normative per lo sviluppo futuro di sistemi satellitari mobili non geostazionari a bassa velocità di trasmissione dati (per i piccoli satelliti) e l'individuazione di misure atte a facilitare il funzionamento delle stazioni terrestri a bordo di aeromobili senza pilota, compresa l'identificazione di bande di frequenza adeguate per decidere la linea di condotta appropriata da intraprendere nel 2031 (WRC-31) [55].

3. – Nell'orbita bassa (LEO) urgente è affrontare il tema degli *space debris* [56] dato il rilevante incremento delle attività spaziali, con l'utilizzo sempre

[55] Per approfondimenti sui temi previsti nelle agende delle prossime due WRC del 2027 e 2031 « *The development of regulatory measures to limit the unauthorized operations of non-geostationary-satellite orbit (non-GSO) earth stations in the fixed-satellite service (FSS) and mobile-satellite service (MSS); Technical and regulatory measures for fixed satellite systems (FSS) while taking into account the specific needs of developing countries including the need for equitable access to the relevant frequency bands; Technical and regulatory provisions necessary to protect radio astronomy operating in specific Radio Quiet Zones from radio-frequency interference caused by systems in the non-geostationary-satellite orbit; Possible new allocations to the mobile-satellite service for direct connectivity between space stations and mobile user equipment to complement terrestrial mobile network coverage; Spectrum needs and appropriate protection criteria for space weather sensors; Potential new frequency allocations and regulatory actions for future development of low-data-rate non-geostationary mobile-satellite systems (small satellites); Identification of measures to facilitate the operation of earth stations on board unmanned aircraft, including identification of suitable frequency bands to decide on the appropriate course of action to be taken in 2031 (WRC-31); WRC-23 also approved the agenda items for the next World Radiocommunication Conference (WRC-27) and the provisional agenda for WRC-31*»,si veda il documento della WRC-24 nel *web* https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-E.pdf.

[56] Nei Trattati sullo spazio non esiste una definizione giuridica internazionale del termine «detriti spaziali» poiché all'epoca della loro stesura il problema non risultava attuale. Tra le prime definizioni viene in rilievo quella francese nell'*Arrêté du 20 février 1995 relatif à la terminologie des sciences et techniques spatiales,* che li qualifica come «*Objet résiduaire d'une mission spatiale, se trouvant sur orbite* » v. nel *web* https://

più frequente di mega costellazioni satellitari, tra cui *starlink* di Elon Musk. Questi detriti possono viaggiare anche ad una velocità di circa 53.000 km/h costringendo, in diverse occasioni, anche la Stazione Spaziale Internazionale (SSI) ad intraprendere manovre anticollisione. Da qui la necessità di regolamentare il fenomeno che è destinato a divenire più significativo con le nuove possibilità di utilizzazione di tecnologie avanzate da parte dei privati [57].

Il Trattato sullo spazio del 1967 (art. 11 *Outer Space Treaty* - OST) non menziona esplicitamente il tema dei detriti attribuendo a ciascuno Stato l'onere della regolamentazione degli stessi, anche in materia di responsabilità verso terzi; l'art. 6 dell'OST prevede che agli Stati membri venga attribuita la «re-

www.legifrance.gouv.fr. Il concetto si è poi evoluto con l'*Arrêté du 31 mars 2011 relatif à la réglementation technique en application du décret n° 2009-643 du 9 juin 2009 relatif aux autorisations délivrées en application de la loi n° 2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales* modificata dall'*Arrêté du 28 juin 2024* art. 2, che li definisce «*tout objet spatial non fonctionnel d'origine humaine, y compris des fragments et des éléments de celui-ci, en orbite terrestre ou rentrant dans l'atmosphère terrestre*». La Francia, infatti, tra le prime in Europa, ha promosso una legge *ad hoc* sulle operazioni spaziali la *LOI n 2008-518 du 3 juin 2008*, promulgata nel 2010, includendo principi contenuti nelle pregresse norme internazionali anche in materia di obblighi di trattamento dei *debris*. Nel 2017 l'istituto francese CNES (*Centre National d'Etudes Spatial*) ha realizzato un monitoraggio dettagliato contando 15.000 oggetti di diametro superiore a 10 cm nello spazio extra-atmosferico (compresi 1.400 satelliti attivi), 750.000 oggetti di un centimetro o più e 135 milioni di 1mm o più. Ma tra le stime più recenti vi sono i dati del 2023 forniti dall ESOC (*European Space Operation Center*), ufficio dell'ESA (*European Space Agency*) incaricato, oltre che di gestire le attività di controllo delle operazioni satellitari nello spazio extra-atmosferico, di monitorare in tempo reale l'accumulo degli *space debris* in orbita intorno al nostro pianeta. La quantificazione, a far data dal 1957, corrispondente all'avvio ufficiale della *Space Age* , ci offre le seguenti stime: circa 6500 lanci di razzi (esclusi quelli inattivi per guasti); circa 16.990 satelliti posizionati nell'orbita terrestre di cui circa 11.500 ancora nello spazio. Di questi ultimi circa 9000 sono ancora funzionanti. Approssimativamente 35.150 è il numero di detriti regolarmente tracciati dalle reti di sorveglianza spaziale e censiti nel catalogo relativo; più di 640 è il numero stimato di rotture, esplosioni, collisioni o eventi anomali che hanno provocato frammentazioni; più di 11.500 tonnellate è la massa totale di tutti gli oggetti spaziali che gravitano nell'orbita terrestre. Occorre comunque precisare che non tutti gli oggetti sono stati tracciati e catalogati,con una stima fatta sulla base di modelli statistici ESA MASTER-8, si veda nel *web* https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv25i3.pdf. Allo stato vi sono in orbita terrestre 36.500 detriti spaziali superiori a 10 cm, 1.000.000 da più di 1 cm a 10 cm, 130 milioni da più di 1 mm a 1 cm, v. nel *web* https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers. Per una prima disamina sul tema v. M. De Las Mercedes Esquivel, E. R. Molnar, *Detriti spaziali: Rifiuti ad alto livello,* in *Riv. giur. amb.*, 2018, 274 ss.. F. Pellegrino, *Space debris*, in *Le nuove frontiere del diritto dello spazio,* in *Riv. dir. nav.* 2018, 117 ss.

[57] Vedi. F. Ruschi, *Per un* nomos *dello spazio(extra-atmosferico)*, in *Riv. dir. nav.,* 2022, 550. L. Ancis, *La delicata problematica dei rifiuti abbandonati nello spazio,* in *Dir. trasp.,* 2016, 725 ss.

sponsabilità internazionale per le attività nazionali nello spazio extra-atmosferico, compresa la luna e altri corpi celesti, siano esse intraprese da agenzie governative o da entità non governative», sussistendo, inoltre, la responsabilità solidale in caso di un oggetto spaziale appartenente a più Stati. Su quest'ultimo aspetto è stata realizzata nel 1972 la Convenzione ONU che sancisce la responsabilità assoluta dello Stato di lancio in materia risarcitoria sia relativamente ai danni causati sulla superficie terrestre che ad aeromobili in volo [58].

Un chiaro monito di allarme è stato lanciato dal Forum *Sustainability in space for sustainability on Earth* tenutosi sotto l'egida delle Nazioni Unite nel 2022 [59] , da cui emerge con forza che le nuove attività umane nello spazio extra-atmosferico potrebbero, infatti, essere concretamente compromesse dall'inquina-

[58] Si fa riferimento alla *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects,* del 29 marzo 1972, ratificata dall'Italia nel 1976 con la legge del 5 maggio n. 426. In materia di responsabilità si veda L. Ancis*, Responsabilità per danni causati da space debris sulla superficie terrestre,* in *Dir. trasp.,* 2005, 913 ss. Uno dei sinistri più noti è quello di *Cosmos-954*, un satellite spia sovietico lanciato nel 1977, precipitato sul territorio canadese (in una zona disabitata), il quale portò nel 1981 alla stesura di un accordo bilaterale Canada - Unione Sovietica prevedendo il pagamento di indennizzi su tutte le operazioni di recupero di detriti radioattivi e sulle conseguenze ambientali nel territorio colpito. Tra i casi più recenti di risarcimento da collisione a causa di *débris* spaziali si cita, quello della società statunitense *Dish Operating*, si v. B. Sfez, T. Chadenet, *Débris spatiaux: une première condamnation pour un opérateur américain*, 2023, nel *web* www.village-justice.com.

[59] Cfr. il *Report A/AC.105/1293 on the United Nations/Austria World Space Forum on the theme* «*Sustainability in space for sustainability on Earth*». Il Forum tenutosi nel dicembre 2022 ha offerto ai rappresentanti della comunità spaziale l'opportunità di discutere sulle attività attuali e future, con una specifica attenzione all'Agenda Space 2030 che pone lo spazio come motore dello sviluppo sostenibile. Il Forum spaziale mondiale è costituito da una serie di eventi ospitati dalle Nazioni Unite che si basa sulle raccomandazioni generate da altri quattro eventi tenutisi dal 2015 al 2018. Questa sequenza ha dimostrato il crescente interesse di un numero sempre maggiore di attori nel discutere il futuro dello spazio e della cooperazione internazionale in ordine ai pilastri dell'economia spaziale, della società spaziale, dell'accessibilità allo spazio e della diplomazia spaziale. I lavori si sono svolti sviluppando diversi *topics* in sei distinte sessioni (*Session I Leave no one behind; Session II, entitled Protect our planet ;session III, entitled Be prepared, Session IV Space in the United Nations; session V Boost partnerships; Session VI Use Space Sustainably*), la VI sessione, in particolare, dedicata all'uso sostenibile dello spazio ha affrontato il tema della rinnovata esplorazione e dell'uso dello spazio esterno, caratterizzata da programmi che mirano al ritorno dell'uomo sulla Luna, oltre che al lancio di mega costellazioni composte da migliaia di nuovi satelliti. Nel Forum si è lanciato l'allarme sulla proliferazione esponenziale e insostenibile delle attività spaziali. Per garantire che l'intera umanità possa continuare a utilizzare lo spazio esterno per scopi pacifici e benefici socio-economici sono necessari la cooperazione internazionale, la discussione e gli accordi volti a garantire un uso pacifico, sicuro e sostenibile dello spazio esterno.

mento presente attualmente nelle orbite maggiormente utilizzate [60]. Il livello di rischio deriva dalla classificazione degli *space debris* [61]che li divide non solo sulla base delle loro dimensioni, ma anche per la pericolosità degli impatti con il suolo terrestre o con altri oggetti orbitanti.

Una visione aggiornata sull'evoluzione della materia è fornita dalle Linee Guida per la Mitigazione per i detriti spaziali predisposte dal Comitato di coordinamento inter agenzie (IADC) [62]ed approvate dall'Assemblea Generale dell'ONU con la Risoluzione n. 62/217 [63]; le *Guidelines for the Long-Term Sustainability of Outer Space Activities* emanate con il documento A/74/20 [64]il *Report* del COPUOS A/78/20 relativo alla sessantaseiesima conferenza annuale tenutasi nel giugno del 2023 [65].

[60] V. *supra* nota 20.

[61] V. *supra* nota 56.

[62] Il Comitato di coordinamento inter-agenzie sulla ricerca nel campo dei detriti spaziali (*Inter-Agency Space Debris Coordination,* IADC) è un forum governativo internazionale per il coordinamento a livello globale di azioni di monitoraggio e mitigazione dei detriti di formazione naturali o prodotti dalle attività umane nello spazio. Lo IADC già nel febbraio 2013 in seno al COPUOS (Commissione ONU sull'uso pacifico dello spazio extra-atmosferico) ha presentato il *Report* sull'evoluzione della popolazione detritica a lungo termine nel quale ha posto in evidenza l'aumento dell'instabilità della massa complessiva dei *debris* per via del fenomeno dell'auto-alimentazione da impatti in orbita. M. De Las Mercedes Esquivel, E. R. Molnar, *Detriti spaziali: Rifiuti ad alto livello,* cit., 274 ss.

[63] La *Resolution* 62/217 del 22 dicembre 2007 sulle linee guida per la mitigazione dei detriti spaziali del Comitato delle Nazioni Unite sugli usi pacifici dello spazio extra-atmosferico (COPUOS, A/62/20, par. 118 e 119), ed approvata dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite è il risultato di oltre un decennio di lavoro intrapreso dal Comitato sugli usi pacifici dello spazio extra-atmosferico e dal suo Sottocomitato scientifico e tecnico (STSC, A/AC.105/890, par. 99), riflette le pratiche esistenti e già sviluppate ed applicate da diverse organizzazioni nazionali e internazionali. Da un punto di vista tecnico, le linee guida sono impiegabili nella pianificazione delle missioni spaziali, e si articolano in sette principi:« *a) to limit debris released during nominal [spacecraft / orbital stages] operations, b) to minimize the potential for break-ups during operational phases, c) to limit the probability of accidental collision in orbit, d) to avoid intentional destruction and other harmful activities, e) to minimize the potential for post-mission break-ups resulting from stored energy, and f) / g) to limit the long-term presence of spacecraft and launch vehicle orbital stages in the low-Earth orbit (LEO) region / geosynchronous Earth orbit (GEO) region after the end of their mission*». Si veda nel *web* unoosa.org.

[64] COPUOS *Guidelines for the Long-Term Sustainability of Outer Space Activities.* I testi integrali delle *Guidelines* degli anni 2019 (*Annex II of UN document A/74/20* ,*Year, Series, A,)* e 2021 sono contenuti nel *web* https://www.unoosa.org.

[65] *A/AC 105/1279 Report of the Scientific and Technical Subcommittee on its sixtieth session,* tenutosi in Vienna dal 6 al 17 febbraio 2023 in preparazione della sessantaseiesima edizione del COPUOS del giugno 2023, nel *web* documents.un.org.

Per avere un quadro esaustivo ed attuale di natura tecnico-normativa in materia di detriti spaziali rileva un documento realizzato dal Sottocomitato scientifico e tecnico del COPUOS, *Research on space debris, the safety of space objects with nuclear power sources on board and problems relating to their collision with space debris* [66] , ove viene valutato il differente approccio tecnico-regolatorio di sette Paesi Membri (tra cui il Giappone) [67] anche in merito al rischio di impatto tra oggetti che abbiano fonti di energia nucleare a bordo, amplificando la necessità ed urgenza di regolamentare la fruizione sicura del sistema orbitale extra-atmosferico terrestre. Questo *Report* offre preziose informazioni sulla gestione e *governance* delle attività spaziali di organizzazioni internazionali e dei 7 paesi (Algeria, Austria, Germania, Giappone, Myanmar, Slovacchia ed Emirati Arabi Uniti) con lo *status* di osservatori permanenti, al fine di formulare una realistica condivisione di intenti nell'obiettivo della stesura di regole applicabili su scala globale.

[66]Il documento A/AC.105/C.1/125 del 25 ottobre 2023 dal titolo *Research on space debris, the safety of space objects with nuclear power sources on board and problems relating to their collision with space debris,* preparatorio alla sessantunesima sessione del COPUOS del gennaio 2024, contiene la descrizione dettagliata in termini di approccio tecnico, normativo e di *governance* al problema degli *space debris* da parte di sette Stati membri ed in particolare di: Algeria, Austria, Germania, Giappone, Myanmar, Slovacchia ed Emirati Arabi Uniti. Tali differenti esperienze costituiscono un'importante base di condivisione di dati e *best practices* per l'individuazione delle soluzioni più efficaci sia dal punto di vista scientifico e tecnologico che normativo a livello globale. Nella disamina del documento risulta utile evidenziare le disposizioni contenute nella legge federale degli Emirati Arabi n.12 del 2019 che in abrogazione del decreto legge federale n.1/2014 del 06/08/2014, ha provveduto a regolamentare in chiave di sostenibilità i detriti spaziali definiti come «*space object, or a part thereof, that no longer has a role or any purpose, including its parts or components and the resulting materials, wastes or fragments, whether in outer space, including the earth's orbit or within the earth's atmosphere*». La norma impone agli «operatori autorizzati» un costante monitoraggio al fine di rilevare eventuali perdite di controllo o rischi di collisione dei propri oggetti spaziali in orbita, con un obbligo perentorio di comunicazione diretta con l'Agenzia spaziale nazionale per mezzo di rapporti periodici o in tempo reale a seconda dell'urgenza.

[67] Nello stesso *Report* COPUOS richiamato nella nota che precede utile ed esemplificativo risulta essere anche l'approccio del Giappone. La *Japan Aerospace Exploration Agency*- JAXA ha istituito un programma di ricerca con l'obiettivo di realizzare missioni di rimozione attiva dei detriti a basso costo. La ricerca e lo sviluppo di tecnologie chiave per la rimozione attiva dei detriti ha tre temi principali: *rendez-vous* non cooperativo, tecnologia di cattura per bersagli non cooperativi e tecnologia di *de-orbiting* per la rimozione di detriti spaziali massicci e intatti. Nel tentativo di fornire queste tecnologie chiave essenziali, la JAXA sta collaborando con aziende private giapponesi per consentire la realizzazione di missioni di rimozione attiva dei detriti a basso costo su base commerciale. Inoltre, la JAXA ha assunto la guida del programma *Commercial Removal of Debris Demonstration* (CRD2) che si articola in due fasi, ed è finalizzato all'esecuzione di missioni di rimozione attiva dei detriti in collaborazione con aziende private.

Significativa, ancora una volta, è l'esperienza della Francia che tra i primi Paesi europei, ha inserito precise disposizioni normative [68]delineando, così come negli Stati Uniti [69], la figura dell'*opérateur spatial* [70] di cui vengono individuati e cristallizzati i compiti e le responsabilità. La *loi n°2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales* al *titre II*, dedicato all'*Autorisation des opération spatiales*, (*chapitre Ier art. 2.3*), prevede un'apposita autorizzazione da parte delle autorità amministrative nazionali (*Ministère de l'Économie des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique chargés de l'Espace*) per qualsiasi operazione che disponga il lancio o la gestione di oggetti spaziali [71]. L'amministrazione, ai fini della concessione dell'autorizzazione, richiede di volta in volta requisiti specifici in funzione delle attività da svolgere. La *ratio* è quella di preservare la sicurezza, limitare i possibili impatti in particolare sull'ambiente e nello specifico evitare eventuali rischi legati ai detriti spaziali (*art. 5 loi n° 2008-518*) [72].

I termini della richiesta sono specificati dal *décret n° 2009-643* del 9 giugno 2009 adottato in applicazione della *loi n°2008-518*, modificato dal *décret n° 2022-234* del 24 febbraio 2022 [73]. La richiesta dell'*opérateur spatial*

[68] La *loi n°2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales,* con il suo decreto attuativo *n°2009-643 du 9 juin 2009 relatif aux autorisations délivrées,* e successive modifiche di cui al *Décret n° 2022-234 du 24 février 2022* ed all'*Arrêté du 28 juin 2024 (modifiant l'Arrêté du 31 mars 2011 relatif à la réglementation technique)* costituiscono certamente un impianto normativo di base assai solido in materia di regolamentazione dei detriti spaziali e di prevenzione delle collisioni.

[69] *Legal perspectives on orbital debris management della National Space Society.* Risoluzione 62/217 nel web https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n07/476/79/pdf/n0747679.pdf?token=ALeOEwkOOjIwB14mQ1&fe=true

[70] Art. 1-2 loi n° 518/2008 «*toute personne physique ou morale qui conduit, sous sa responsabilité et de façon indépendante, une opération spatiale*».

[71] Art. 2-3 loi n°518/2008 «*obtenir une autorisation délivrée par l'autorité administrative : toute personne […] qui entend faire procéder au lancement d'un objet spatial ou tout opérateur français qui entend assurer la maîtrise d'un tel objet pendant son séjour dans l'espace extra-atmosphérique* ».

[72] *Art. 5* «*Les autorisations et licences délivrées en application de la présente loi peuvent être assorties de prescriptions édictées dans l'intérêt de la sécurité des personnes et des biens et de la protection de la santé publique et de l'environnement, notamment en vue de limiter les risques liés aux débris spatiaux. Ces prescriptions peuvent également avoir pour objet de protéger les intérêts de la défense nationale ou d'assurer le respect par la France de ses engagements internationaux*».

[73] L'impianto normativo della legge francese n. 518 del 2008, così come novellata dal *Décret n. 2022-232 du 23 février 2022,* consta di 30 articoli suddivisi in otto titoli, nell'*art. 1 Titre Ier*, che attiene alle *Définitions*, ne delinea lo scopo regolamentando a monte la gestione ed il controllo dell'oggetto spaziale anche nell'eventualità di ritorno sulla terra: «*Article 1. 3,* l'*Opération spatiale*[…] *à assurer la maîtrise d'un ob-*

viene trasmessa sia al CNES, per la verifica della conformità dei sistemi e delle procedure alle norme tecniche, sia al *Ministre de la Défense*, ai fini della valutazione dei rischi connessi alla difesa nazionale. Solo a seguito di questi due pareri, il *Ministre Chargé de l'Espace* potrà esprimersi.

Molti Paesi, come la Francia, hanno provveduto tempestivamente a dotarsi di impianti normativi interni in materia di regolamentazione delle attività spaziali, tra questi di rilievo sono quelle degli Stati Uniti [74], Regno Unito [75], Belgio [76], Olan-

jet spatial pendant son séjour dans l'espace extra-atmosphérique, omissis…ainsi que, le cas échéant, lors de son retour sur Terre. E difatti si prosegue precisando, nel medesimo *art. 1.5* che, nel quadro di una operazione spaziale, per *Phase de maîtrise* (fase di controllo) dell'oggetto spaziale deve intendersi quel lasso di tempo che comincia dalla separazione dal lanciatore fino a *les dernières manœuvres de désorbitation et les activités de passivation* […]*; lorsque l'opérateur a perdu le contrôle de l'objet spatial; le retour sur Terre ou la désintégration complète dans l'atmosphère de l'objet spatial*».Risulta chiaro, pertanto che sia le manovre di deorbitazione (se necessarie) che di passivazione siano fasi ampiamente contemplate dal momento della messa in orbita o del lancio dell'oggetto spaziale, non lasciando pertanto alcun margine di errore in termini di attribuzione di responsabilità dell'evento dannoso direttamente in capo all'operatore, con le relative conseguenze in materia di risarcimento.

[74] La legislazione statunitense in materia spaziale ha una nutrita codificazione a partire dal *National Aeronautics and Space Act* (NASA Act) convertito in legge nel luglio del 1958. Il *NASA Act* ha istituito la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) per condurre il programma spaziale civile statunitense, con attività spaziali militari assegnate al *Department of Defense* (DOD). La legge è stata modificata più volte nel corso dei decenni. Altre importanti leggi statunitensi relative allo spazio civile e commerciale, codificate nel Titolo 51 del Codice degli Stati Uniti, includono: il *Commercial Space Launch Act* del 1984 (P.L. 98-575) nel quale viene designato il *Department of Transportation* (DOT) quale agenzia federale responsabile della gestione e regolamentazione delle attività di lancio spaziale commerciale, attualmente assegnato al *Federal Aviation Administration's Office of Commercial Space Transportation*, emendato nel 2004 (P.L. 108-492) e nel 2015 con la regolamentazione del volo umano e commerciale. Il *Land Remote Sensing Policy Act* (P.L. 102-555) nel 1992, che abrogava una legge precedente (la *Land Remote-Sensing Commercialization Act* del 1984), e stabiliva un regime per facilitare e regolamentare la commercializzazione dei satelliti per il telerilevamento terrestre, ponendo in capo al governo la responsabilità del sistema *Landsat*, mentre affidava la supervisione dei satelliti commerciali per il telerilevamento al *Department of Commerce* e alla sua National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Si richiamano inoltre il *Commercial Space Launch Competitiveness Act* (P.L. 114-90) del 2015 che introduce una serie di modifiche alla politica spaziale commerciale, tra cui la concessione dei diritti di proprietà alle aziende statunitensi che estraggono risorse dagli asteroidi. Tra le più recenti e significative regolamentazioni si cita il *NASA Authorization Act del 2022, Titolo VII del CHIPS and Science Act* (P.L. 117-167), a sostegno del programma Artemis (programma intergovernativo sulla colonizzazione della Luna).

[75] Nel Regno Unito dal 2018 la *Space Industry Act* (SIA) costituisce il riferimento normativo nazionale. Si veda nel web http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2018/5/contents/enacted.

[76] Il Belgio il 17 settembre 2005 ha adottato la sua prima legge *concerning activities relating to the*

da [77], Giappone [78], le quali hanno rappresentato un consistente punto di riferimento anche nell'evoluzione normativa del nostro Paese.

L'Italia, infatti, pur avendo ratificato la maggior parte dei trattati internazionali sta adeguando la sua normativa, è in fase di approvazione il cosiddetto «Ddl Spazio», proposto dal Consiglio dei Ministri il 20 giugno 2024, e che ha già superato il vaglio della Camera dei Deputati il 10 settembre 2024, e sottoposto in queste ore alla valutazione della Commissione Industria del Senato [79].

launch, flight operations or guidance of space objects, e nel 2013 ha provveduto ad integrarla inserendo la regolamentazione *of non-manoeuvrable objects in orbit* . Nel maggio del 2022 è entrato in vigore il *Royal Decree* apportando significativi cambiamenti regolatori delle operazioni spaziali in materia di registrazione, autorizzazioni e garanzie per responsabilità di danni a terzi. Vedi nel *web* il sito dedicato alla normativa spaziale belga, belspo.be.

[77] I Paesi Bassi hanno aderito a tutti e cinque i trattati spaziali delle Nazioni Unite e hanno adottato le norme relative alle attività spaziali e all'istituzione di un registro degli oggetti spaziali (Legge sulle attività spaziali), in vigore dal 1° gennaio 2008. Il quadro giuridico e normativo nazionale è costituito dalle norme relative alle attività spaziali e alla creazione di un registro degli oggetti spaziali (*Space Activities Act*), in vigore dal 1° gennaio 2008; Il decreto del 13 novembre 2007 (*Space Objects Registry Decree*), contenente norme relative a un registro di informazioni riguardanti gli oggetti spaziali; Ed ancora l'Order of the Minister of Economic Affairs, del 7 febbraio 2008, contenente le norme che regolano le richieste di licenza per lo svolgimento di attività spaziali e la registrazione di oggetti spaziali, modificato nel 2010 e nel 2015 al fine di aggiornare i relativi moduli per la registrazione di oggetti spaziali e per la richiesta o la modifica delle licenze; ed il Decreto del 19 gennaio 2015, che amplia l'ambito di applicazione della Legge sulle attività spaziali per includere il controllo dei satelliti non guidati (*Unguided Satellites Decree)*. Cfr. Tanja Masson Zwaan, *A general introduction to the legal, regulatory and policy framework governing the space sector in Netherlands*, in rev. *Space law , Regulation and policy in Netherlands*, 2023, nel web lexology.com.

[78] In Giappone la *Basic Space Act (Act No. 43 of 2008)* costituisce la base normativa in materia di spazio e sviluppo sostenibile, sancendo i principi cardine: «*Chapter I General Provisions(Purpose): Article 1: The purpose of this Act is to prescribe basic principles concerning the development and use of outer space (hereinafter referred to as "outer space development and use") and basic matters necessary for realizing those principles, in order to expand Japan's role in outer space development and use, in accordance with the pacifist principles in the Constitution of Japan, and considering harmony with the environment, in view of the increasing importance of outer space development and use, due to scientific and technological advances and other changes of domestic and foreign affairs, and to clarify the national government's responsibilities and provide for the creation of a basic plan on outer space, while also comprehensively and systematically advancing policies on outer space development and use, including through establishing an Outer Space Development Strategy Headquarters, thereby serving to improve citizens' lives and develop Japan's economy and society, while also contributing to world peace and improving the welfare of humankind*». Nel *web* https://www.japaneselawtranslation.go.jp. Nel 2021, il governo giapponese ha pubblicato le *Guidelines on a License to Operate a Spacecraft Performing On-Orbit Servicing,* affrontando direttamente il problema della congestione orbitale causato da un numero sempre crescente di costellazioni satellitari con conseguente rischio di incremento di produzione di *space debris:*«

4. – Nel quadro evolutivo della regolamentazione internazionale delle attività spaziali, così come affrontato nei precedenti paragrafi, l'accesso all'orbita terrestre bassa (LEO) rappresenta oggi una delle principali criticità, sia sotto il profilo tecnico-operativo sia sotto quello giuridico-istituzionale. Il predominio degli attori economicamente e tecnologicamente più avanzati ha determinato una crescente concentrazione delle capacità orbitali in capo a un numero ristretto di soggetti statali e privati, con implicazioni rilevanti per l'equilibrio geopolitico globale considerando anche l'emergente ruolo della Cina e la competizione con gli Stati Uniti [80].

Il consolidamento di costellazioni satellitari a uso duale, finalizzate tanto al-

The reduction and mitigation of space debris is one of the Japanese space policies to enhance space activities. The government is aiming to develop on-orbit servicing, such as the appropriate disposal of post-operation satellites, active debris removal and refuelling and fixing to extend satellite life. The requirements under the guidelines include (i) the purpose and method to perform the services as a legitimate business activity; (ii) the structure and management plan to ensure safety; and (iii) the establishment of an operational system to carry out the management of the servicing satellite». Nel *web* practiceguides.chambers.com.

[79] Il Ddl Spazio «*Disposizioni in materia di economia dello Spazio*», approvato in prima bozza il 20/06/2024 dal Consiglio dei Ministri, e presentato in versione definitiva alla Camera dei deputati il 10 settembre 2024 (A.C. 2026), attualmente al vaglio della Commissione industria al Senato, è strutturato (nella sua Bozza definitiva) in cinque Titoli, composto da 31 articoli che mirano alla regolamentazione delle attività spaziali in una precisa ottica di pianificazione e sviluppo economico aperto a tutti gli operatori del settore, ed introducendo stringenti disposizioni di vigilanza e sanzionatorie. Si prevede, inoltre, un ampliamento del ruolo dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana), alla quale era già stato attribuito il compito di «istituzione e custodia» del registro nazionale di immatricolazione degli oggetti spaziali, con la legge, n. 153 del 12 luglio 2005 (art. 3.2) di ratifica della Convenzione internazionale sull'immatricolazione del 1975, oltre che con il dl. n.128/2003 e della legge n. 7/2018, v. nel *web* https//documenti.camera.it/leg19/dossier/pdf/AP0163.pdf. Cfr. E. T. Bulgherini, *Come il Ddl Spazio ridisegna la governance del settore. La riflessione di Turco Bulgherini(Asi),* nel web formiche.net.

[80] Gli equilibri geopolitici sono stati oggetto di analisi nel n. 4 del 2025 dal titolo *Assalto all'oceano cosmo* della rivista di geopolitica Limes a cui si rinvia per ulteriori approfondimenti. In particolare v. G. Cuscito, *Chi domina l'Oceano Cosmo domina l'Oceano Mondo. Il duello è fra Usa e Cina*, 9 ss. Nella disamina delle dinamiche terrestri, marittime e cibernetiche all'interno del sistema internazionale, il presidio dell'orbita bassa diventa così un interesse geostrategico imprescindibile, garantendo anche la continuità delle comunicazioni e infrastrutture civili e militari. In questa prospettiva gli Stati Uniti, pur mantenendo allo stato una netta superiorità industriale e operativa grazie a costellazioni come Starlink, devono ora fronteggiare l'ascesa decisa e rapida della Cina; Pechino ha avviato una strategia integrata che affianca il settore pubblico e quello privato, modellando le sue imprese spaziali sul paradigma occidentale e puntando a sviluppare mega costellazioni satellitari, razzi riutilizzabili e potenziando le tecnologie sul telerilevamento. Questo sforzo non è neutrale: mira a garantire l'autonomia strategica del Paese, e ad affermare il suo ruolo nelle nuove architetture globali puntando a destabilizzare la supremazia statunitense.

la sorveglianza quanto alle comunicazioni strategiche, contribuisce alla progressiva militarizzazione dell'orbita bassa [81], ponendo interrogativi circa l'effettività dell'art. IV del Trattato sullo Spazio del 1967 [82], che vieta l'installazione di armi nucleari o di distruzione di massa nello spazio extra-atmosferico.

Parallelamente, il problema della capacità di accesso alle orbite [83] si traduce in una questione di equità strutturale: l'utilizzo massivo degli *slot* orbitali e dello spettro radio da parte delle mega-costellazioni rischia di compromettere l'accesso effettivo allo spazio da parte degli Stati meno industrializzati, in contrasto con i principi di uso equo e non discriminatorio sanciti dal diritto internazionale consuetudinario e convenzionale [84].

Un ulteriore elemento critico è rappresentato dal tema dei lanciatori [85]. L'attuale panorama mostra un'asimmetria marcata tra le capacità di lancio statunitensi – dominate da operatori privati altamente efficienti – e la debolezza strutturale di altri blocchi, in particolare quello europeo. Le persistenti criticità di natura tecnica ed economica del vettore Ariane 6 [86], e, quindi, di dipendenza da soluzioni extraeuropee, pongono l'Unione Europea in una posizione di vulnerabilità strategica e incidono direttamente sulla sua autonomia tecnologica e politica nello spazio. L'assenza di una capacità autonoma di accesso alle orbite basse rappresenta una limitazione sostanziale all'efficacia dei programmi Copernicus, Galileo e IRIS², minando la possibilità di

[81] S. Esposito, *Spunti sulle prospettive di un uso militare dello spazio: profili giuridici. Le applicazioni militari nello spazio,* in *Riv. dir. nav.*, 2022, 809 ss.; F. De Luca, *Le minacce alle operazioni nello spazio extra-atmosferico. Aspetti operativi*, in *Riv. dir. nav.*, 2022, 797 ss..

[82] *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies* (OST) «*ARTICLE IV: States Parties to the Treaty undertake not to place in orbit around the earth any objects carrying nuclear weapons or any other kinds of weapons of mass destruction, install such weapons on celestial bodies, or station such weapons in outer space in any other manner. The moon and other celestial bodies shall be used by all States Parties to the Treaty exclusively for peaceful purposes. The establishment of military bases, installations and fortifications, the testing of any type of weapons and the conduct of military manoeuvres on celestial bodies shall be forbidden. The use of military personnel for scientific research or for any other peaceful purposes shall not be prohibited. The use of any equipment or facility necessary for peaceful exploration of the moon and other celestial bodies shall also not be prohibited*», nel *web* unoosa.org

[83] V. *supra* nota 59.

[84] V. *supra* note 28 e 29.

[85] La problematica è stata più volte evidenziata e discussa in consessi internazionali quali il *Summit* dell'Esa e la Euspace week (Siviglia 7-9 novembre 2023). V. *supra* nota 22.

[86] Per un approfondimento v. M. Spagnulo, *Salvate l'Ariane 6*, in *AirPress*, novembre 2023, 10 ss.

una piena attuazione del principio di indipendenza spaziale [87].

In questo contesto, si impone una riflessione sull'adeguatezza dei meccanismi internazionali di coordinamento e assegnazione delle risorse orbitali. L'attuale quadro normativo, pur fondandosi su un principio di cooperazione multilaterale, mostra gravi limiti nell'assicurare una distribuzione equa e sostenibile delle opportunità di accesso allo spazio [88]. È necessario rafforzare il ruolo delle istituzioni internazionali competenti – quali l'ITU e il COPUOS – attraverso strumenti regolatori più incisivi, basati su criteri trasparenti di sostenibilità, rotazione e inclusività.

In definitiva la regolamentazione internazionale delle attività spaziali in orbita bassa si confronta con una fase di transizione complessa, in cui la rapidità dell'innovazione tecnologica e la pressione degli interessi strategici mettono a dura prova la tenuta dei principi giuridici fondativi del diritto dello spazio. La tensione tra accesso equo e concentrazione tecnologica, tra sostenibilità e sfruttamento intensivo, tra cooperazione multilaterale e logiche di potenza, richiede un rinnovato impegno da parte della comunità internazionale. In tale contesto, l'adozione di strumenti normativi più efficaci, sia a livello internazionale che interno, appare imprescindibile. Per l'Unione Europea, la sfida è duplice: consolidare una capacità autonoma e competitiva di accesso allo spazio e contribuire, al contempo, alla definizione di un ordine spaziale fondato sulla legalità, sulla sicurezza collettiva e sull'effettivo esercizio del diritto allo spazio da parte di tutti gli Stati.

[87] V. *supra* nota 4.
[88] V. Rapporto Draghi, *supra* nota 3.

Abstract

L'articolo analizza l'evoluzione della regolamentazione internazionale relativa all'uso dell'orbita terrestre bassa (LEO), con particolare attenzione all'impiego sostenibile di microsatelliti e mega-costellazioni nell'ambito della *new space economy*. La gestione delle risorse orbitali diviene sempre più complessa per l'incremento dei detriti spaziali e le diseguaglianze nell'accesso allo spazio determinando criticità tecniche e giuridiche.
L'analisi si concentra sul ruolo dell'ITU e delle conferenze WRC per la gestione dello spettro radio e delle orbite, esaminando l'interazione tra diritto internazionale generale e discipline settoriali (comunicazioni, telerilevamento, navigazione satellitare). Il lavoro propone il rafforzamento del ruolo delle istituzioni internazionali coinvolte e una riforma multilivello della governance spaziale, in grado di coniugare innovazione tecnologica, sostenibilità ambientale e inclusività globale. L'Italia e l'Europa sono chiamate ad assumere una posizione proattiva per allinearsi al nuovo scenario geopolitico.

The article analyses the evolution of international regulations on the use of low Earth orbit (LEO), with a particular focus on the sustainable use of microsatellites and mega-constellations in the context of the new space economy. The management of orbital resources is becoming increasingly complex due to the increase in space debris and inequalities in access to space, leading to technical and legal challenges.
The analysis focuses on the role of the ITU and WRC conferences in radio spectrum and orbit management, examining the interaction between general international law and sectoral regulations (communications, remote sensing, satellite navigation). The paper proposes strengthening the role of the international institutions involved and a multi-level reform of space governance, capable of combining technological innovation, environmental sustainability and global inclusiveness. Italy and Europe are called upon to take a proactive stance to align themselves with the new geopolitical scenario.