

## UNO SPAZIO SOSTENIBILE PER UN FUTURO SULLA TERRA

Spazio, detriti spaziali e tecnologie

## A SUSTAINABLE OUTER SPACE FOR A FUTURE ON EARTH

Outer Space, space debris and technologies

Lucilla Spini

### ABSTRACT

Satelliti e oggetti spaziali hanno agevolato la vita sulla Terra durante la pandemia Covid-19 tramite l'uso delle tecnologie digitali che hanno consentito di mantenere relazioni personali, sociali e lavorative. Un sistema complesso che si articola nello Spazio che nell'immaginario collettivo appare pulito e incontaminato, ma che è affollato e inquinato da detriti spaziali che possono compromettere gran parte delle attività da cui dipendiamo. Il contributo analizza questo contesto dal punto di vista degli accordi internazionali sullo Spazio e delle recenti attività legate alla mitigazione e bonifica dei detriti spaziali, per promuovere il tema della sostenibilità nello Spazio con un approccio integrato a quello della Terra, in modo da considerare lo Spazio e le sue risorse come 'capitale naturale' e 'ambiente umano' nell'Agenda 2030.

Satellites and space objects made life on Earth easier during the Covid-19 pandemic, thanks to the use of digital technologies that have enabled to maintain personal, social and work relationships. A complex system that is articulated in outer Space which appears clean and uncontaminated in the collective imagination, but which is crowded and polluted with space debris that can compromise much of the activities that we depend on. The paper analyzes this context from the point of view of international agreements on outer Space and recent activities pertaining the mitigation and remediation of space debris, towards promoting the issue of sustainability in outer Space with an integrated approach to sustainability on Earth, also to consider outer Space and its resources as 'natural capital' and 'human environment' within the 2030 Agenda.

### KEYWORDS

spazio, tecnologie, detriti spaziali, ambiente, agenda 2030

outer space, technologies, space debris, environment, 2030 agenda

**Lucilla Spini**, Bio-Anthropologist and DPhil, is an Old Member of Linacre College (Oxford). She has worked in the United Nations System (UNESCO, FAO, UNU) and in NGOs within the framework of activities related to scientific cooperation (including Space research) and multilateral negotiations such those for the 2030 Agenda. She has been Fellow at the Harvard Kennedy School and the European University Institute, as well as Adjunct Professor at McMaster University | E-mail: lucilla.spini@orange.fr

Life 3.0 (Tegmark, 2017) e Society 5.0 (Government of Japan, 2020) disegnano i modi di vivere e di produrre in un futuro a breve termine. Alcune tecnologie prospettate delineano scenari quasi angosciosi che colpiscono profondamente l'individuo in quanto essere 'umano' ovvero nella sua personalità di animale sociale. Siamo comunque in presenza di possibili soluzioni e situazioni riferibili soltanto alle realtà dei Paesi industrializzati, dove l'identificazione di nuovi concetti di libertà (dal lavoro, dalla burocrazia, ecc.) sono prevalenti rispetto alle conquiste della società industriale e della stessa società dell'informazione, considerate acquisizioni dei secoli passati. Le misure di lockdown (con permanenza a casa e isolamento fisico) legate al contenimento della pandemia del Covid-19 hanno indubbiamente creato un'accelerazione verso una società digitale. Infatti, per alcuni mesi molte persone hanno potuto mantenere una rete di relazioni sociali, avere informazioni, ottenere beni di prima necessità e lavorare grazie alle tecnologie di telecomunicazione (Zhao, 2020). Tra le cose che, forse, ricorderemo ci saranno i messaggi su WhatsApp inviati da amici e parenti che hanno provocato un aumento del 40% nell'uso di questa applicazione (Kantar, 2020).

Le Nazioni Unite e l'ITU (International Telecommunication Union) hanno incoraggiato l'uso delle tecnologie digitali per affrontare le problematiche legate alla pandemia. Per esempio, la Risoluzione Omnibus adottata dall'ONU nel 2020 incoraggia i Paesi e gli altri attori non-governativi a sfruttare le tecnologie digitali e quelle sanitarie per combattere il Covid-19 e a colmare il divario digitale per accelerare il ruolo catalizzatore delle tecnologie digitali nella riduzione dell'impatto del nuovo virus nei campi dell'educazione, della salute, della comunicazione, del business e del commercio (UN – General Assembly, 2020; Fig. 1). Le Organizzazioni che si occupano di gestione di satelliti e programmi spaziali si sono mostrate molto attive nel contesto della pandemia. Si pensi alle attività legate alla tele-medicina e alla tele-epidemiologia, ma anche a quelle di monitoraggio dell'impatto socio-economico e ambientale della pandemia e delle relative misure di contenimento. Fra queste, la recente iniziativa Covid-19 Earth Observing Dashboard (Fig. 2) – coordinata dalle Agenzie spaziali europea, americana e giapponese – permette di identificare i cambiamenti nell'ambiente e nelle attività economiche durante la pandemia (ESA, 2020a). Come spesso avviene nei momenti di crisi, molte tecnologie sono divenute più operative anche se, va ricordato, molte di loro esistevano ed erano usate anche in tempi cosiddetti normali, durante i quali non ci eravamo veramente resi conto di quanto dipendessimo da esse.

Infatti, data la lontananza e l'invisibilità di questo sistema dalla Terra, si tende a dare per scontato che molte tecnologie – che sono alla base della nostra vita quotidiana – siano resilienti (ovvero che saranno sempre funzionanti e disponibili), auspicando che raggiungano un numero crescente di persone e migliorino la qualità della vita di tutti. Questo punto di vista presuppone un progresso tecnologico continuo, equo e accessibile a tutti, e, soprattutto, una ge-

stione dello Spazio condotta in maniera efficiente e sostenibile nel lungo periodo, in modo da assicurare che anche le generazioni future possano trarne beneficio. Ma questi presupposti non hanno un effettivo radicamento nella realtà e l'interfaccia tra sostenibilità e Spazio non è così semplice. Alla luce delle superiori premesse, il contributo promuove il tema della sostenibilità nello Spazio con un approccio integrato a quello della Terra, nel contesto dell'Agenda 2030, analizzando l'evoluzione dell'utilizzazione dello Spazio, e le questioni dei detriti spaziali e i loro effetti sullo sviluppo sostenibile. Infine, sottolinea come rispetto al trasferimento delle conoscenze, sia necessario un cambiamento nell'interfaccia scienza/politica/pratica, con l'augurio che ONU e Comunità scientifica raccolgano la sfida.

**Lo Spazio** | Lo Spazio dalla Terra appare immenso, calmo, pacifico e pulito (Figg. 3, 4). Questa convinzione sembra essere così forte che per lo Spazio non esiste una definizione concordata a livello internazionale, anche se vi sono stati molti dibattiti in merito (UN – COPUOS, 2020a). Sembra quindi che lo Spazio sia trattato come una risorsa infinita, rispetto alla quale solo l'immaginazione degli esseri umani, la loro capacità e il progresso tecnologico possono mettere confini e limiti. In realtà, lo status attuale dello Spazio non rispecchia la percezione che ne abbiamo, né dal punto di vista scientifico, né storico, né politico.

Infatti, gli accordi internazionali sullo Spazio (UNOOSA, 2017) – anche se prendono in considerazione l'importanza dello Spazio per l'umanità – non si pronunciano sull'aspetto delle sue risorse naturali come risorse finite o rinnovabili, e non ne presuppongono una gestione sostenibile. Per esempio, l'Agreement Governing the Activities of States on the Moon and other Celestial Bodies (UN – General Assembly, 1979) si riferisce alla Luna come «[...] a natural satellite of the Earth» (Preambolo; Fig. 5) e a un'entità quale «[...] shall be the province of all mankind» nel presente e nel futuro (art. 4.1), e richiama il fatto che «[...] Moon and its natural resources are the common heritage of mankind» (art. 11.1). Per contro, l'Accordo include espressioni come «[...] exploration and use of the Moon and other celestial bodies», e sottolinea che benefici «[...] may be derived from the exploitation of the natural resources of the Moon and other celestial bodies» (Preambolo) e che gli «[...] State Parties shall have the right to collect on and remove from the Moon samples of its mineral and other substance» (art. 6.2). Un atteggiamento che sembra adombrare come si debba usare cautela nella raccolta e nello studio di queste risorse<sup>1</sup>, e che non fa alcun esplicito riferimento a una gestione sostenibile di queste stesse risorse, né un'effettiva protezione dell'ambiente spaziale.

In breve, tutto è incentrato su 'utilizzazione' e 'sfruttamento'; per il resto, i termini usati nell'Accordo per richiamare all'attenzione il rispetto dell'ambiente e delle risorse naturali del satellite sono assai vaghi, anche se si fa riferimento alla possibile istituzione di un regime internazionale per «[...] the orderly and safe development of the natural resources of the Moon [and] the ra-

tional management of these resources» (art. 11.7a, b) nonché alla possibile istituzione di «[...] international scientific preserves for which special protective arrangement» (art. 7.3). Un'approssimazione sorprendente, dato che gli accordi sullo Spazio sono entrati in vigore tra il 1967 e il 1984, ovvero nel periodo in cui l'ONU e la Comunità scientifica internazionale studiavano e promuovevano sempre più la relazione fra la protezione dell'ambiente e lo sviluppo sostenibile<sup>2</sup>. Forse, questa divergenza potrebbe essere imputabile all'espressione 'ambiente umano' adottata nel 1972 per promuovere la sostenibilità sul Pianeta Terra (UN, 1972). Una mancanza di connessione che è proseguita nel tempo nel contesto delle Convenzioni sull'Ambiente e di altri strumenti internazionali, fino all'Agenda 2030 con i suoi Obiettivi dello Sviluppo Sostenibile (UN – General Assembly, 2015).

La separazione potrebbe essere dovuta anche al fatto che agli inizi delle esplorazioni spaziali non erano molti gli attori coinvolti e quindi l'impatto umano nello Spazio non veniva considerato una priorità. Oggi, viceversa, molti sono gli attori attivi direttamente nelle attività spaziali. Nuovi Programmi spaziali sono stati istituiti e tale aumento è visibile nella crescita di adesioni nei Comitati relativi alle attività spaziali come la Committee on Earth Observation Satellites (CEOS, 2020) che include, tra i suoi membri più recenti, le Agenzie di Cina e Sud Africa dal 2010, dei Paesi Bassi dal 2011, del Vietnam dal 2013 e degli Emirati Arabi Uniti dal 2018. Per di più, il settore privato e quello commerciale hanno cominciato ad attivare operazioni spaziali indipendenti e non più solo come Enti appaltatori, sotto contratto, con gli Stati: fra gli esempi più noti si possono citare le attività di SpaceX e Amazon (NATO Parliamentary Assembly, 2018). Questa proliferazione di attori è naturalmente accompagnata anche da un incremento di attività che implica la presenza di oggetti nello Spazio – per esempio, un report riferisce che il numero di satelliti dal 2012 al 2017 è passato da 994 a 1.459 (NATO Parliamentary Assembly, 2018).

**Lo Spazio e i detriti** | Queste tendenze sono l'effetto delle trasformazioni digitali legate alla nostra economia, società e stili di vita che diventano sempre più dipendenti dalle tecnologie digitali e necessitano di una crescente utilizzazione dello Spazio (Undesth, Jolly and Olivari, 2020). Tale situazione ha come conseguenza un continuo affollamento delle orbite della Terra con la relativa produzione dei cosiddetti detriti spaziali che rappresentano una delle sfide più urgenti rispetto alla 'sostenibilità' dello Spazio (Undesth, Jolly and Olivari, 2020); infatti, attraverso il danneggiamento di satelliti e di altri oggetti, i detriti spaziali possono radicalmente compromettere il funzionamento e la gestione delle attività sulla Terra con ricadute negative sugli esseri umani e sull'ambiente che abitano.

I detriti spaziali sono definiti come «[...] all manmade objects including fragments and elements thereof, in Earth orbit or re-entering the atmosphere, that are non-functional» (IADC, 2007, art. 3.1, p. 5; Figg. 6, 7), ovvero un'ingente quantità di cose che si sono accumulate nel-

lo Spazio fin dal 1957 come effetto di operazioni di routine, di collisioni e di esplosioni. Il problema dei detriti spaziali non è, dunque, un problema né nuovo, né inaspettato, dato che già nel 1978 Donald J. Kessler, scienziato della NASA, aveva prospettato una concentrazione di detriti – fenomeno noto come ‘sindrome di Kessler’ (Kessler et alii, 2010) – tale che avrebbe potuto portare a una situazione in cui collisioni successive avrebbero prodotto continuamente ulteriori detriti (Kessler and Cour-Palais, 1978) con conseguenze fortemente negative sullo svolgimento delle missioni e delle attività spaziali (ESA, 2016b).

Certo è che non è facile né contare né catalogare i detriti e ancora di più attribuirne l'appartenenza (e quindi le responsabilità), anche se non mancano le azioni dei diversi Paesi e Agenzie per dare indicazioni almeno sull'attuale consistenza quantitativa e qualitativa dei detriti. Per esempio, l'ESA (2020b) ha stimato che al Febbraio 2020, i detriti di oggetti in orbita con diametro maggiore di cm 10 siano circa 34mila, quelli con diametro compreso tra cm 1 e cm 10 sia circa 900mila mentre quelli con diametro compreso tra mm 1 e mm 10 siano circa 128 milioni. Questi dati ci permettono di asserire, in parole semplici, che lo Spazio è fortemente ingombro e inquinato.

A prescindere della prospettiva ideologica e/o ideale di mantenere lo Spazio pulito, calmo e intatto, è importante far fronte all'urgente questione dei detriti spaziali nel contesto dei loro effetti, anche in termini economici, attuali e potenziali, come dettagliato nel rapporto Space Sustainability – The Economic of Space Debris in Perspective from the OECD (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). Il rapporto dell'OECD evidenzia anche potenziali futuri effetti negativi dei detriti come le possibili interruzioni delle serie temporali attinenti alle scienze della terra e alle ricerche sul clima che potrebbero mettere in pericolo l'accuratezza e l'affidabilità delle previsioni sul tempo e dei modelli climatici: servizi importanti che sono profondamente connessi alle attività di riduzione del rischio dei disastri sulla Terra. Fra gli altri impatti elencati dal rapporto, vi sono i danni alle tecnologie di comunicazione (Undseth, Jolly and Olivari, 2020) che in un mondo interconnesso possono rive-

larsi fatali, come pure il drammatico potenziale di perdita di vite umane: si pensi, per esempio, agli astronauti della Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Tuttavia, quest'ultimo aspetto viene evidenziato con cautela, visto che l'ISS è collocata a un'altitudine in cui i detriti dovrebbero auto-distruggersi naturalmente sebbene eventi recenti abbiano provato che tale rischio è reale, come nel caso della manovra di emergenza dell'ISS il 22 settembre 2020 (Garcia, 2020).

In aggiunta, i detriti spaziali possono indurre sulla Terra non trascurabili rischi per gli esseri umani e per i loro ecosistemi, dato che non tutti gli oggetti spaziali si autodistruggono al rientro in atmosfera; è il caso di alcuni componenti del laboratorio della Stazione Spaziale Cinese Tiangong-1 che nell'aprile 2018 sono precipitati nell'Oceano Pacifico (NATO Parliamentary Assembly, 2018) in una regione isolata a Nord del cosiddetto Cimitero Spaziale dove, frequentemente, i detriti spaziali vengono ‘conferiti’. Va dato atto che si è tentato di ridurre l'impatto del problema: in particolare, l'Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) e la United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS) hanno definito e stabilito protocolli e Linee Guida fra cui le IADC Space Debris Mitigation Guidelines (IADC, 2007) aggiornate nel 2019 (IADC, 2020; UN – COPUOS, 2020b).

Per affrontare la mitigazione e la bonifica dei detriti spaziali è necessario, dunque, avere un approccio integrato alla limitazione/prevenzione sia attraverso nuovi concetti di progettazione degli oggetti e un continuo monitoraggio dell'ambiente spaziale, sia con un'azione di rimozione degli attuali detriti (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). L'iniziativa Clean Space dell'ESA (2016a, 2020c) dal 2012 affronta il problema con un approccio integrato, valutando le diverse conseguenze ambientali di ogni missione spaziale, attraverso analisi sull'intero ciclo di vita dei componenti finanche alla eventuale bonifica e la rimozione dei detriti nello Spazio (Figg. 8-10). Un tale approccio integrato è la condizione sine qua non per il raggiungimento della sostenibilità delle operazioni a lungo termine: una questione a cui non era stata data una giusta attenzione all'inizio delle esplorazioni spaziali e

rispetto alla quale solo di recente la Comunità internazionale ha iniziato ad agire al fine di proteggere lo Spazio e preservarlo per l'utilizzo da parte delle prossime generazioni, e per garantire la continuità della fornitura di beni e servizi delle tecnologie attuali e future.

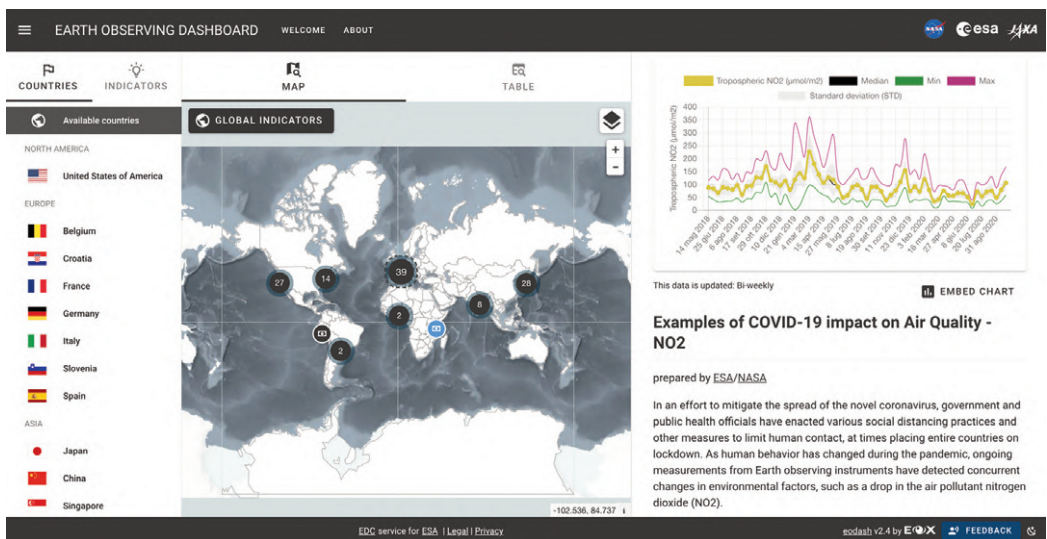
**Sostenibilità e Spazio: sviluppi futuri** | Rispetto al tema della salvaguardia dello Spazio, il COPUOS ha recentemente pubblicato le Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities che contengono anche la definizione del concetto di sostenibilità a lungo termine dello Spazio intesa come «[...] the ability to maintain the conduct of space activities indefinitely into the future in a manner that realizes the objectives of equitable access to the benefits of the exploration and use of outer space for peaceful purposes, in order to meet the needs of the present generations while preserving the outer space environment for future generations» (UN – COPUOS, 2019, p. 50). L'urgenza di garantire beni e servizi resilienti forniti dallo spazio nel contesto delle nostre società (e specialmente nell'evoluzione delle ‘super smart societies’) ha provocato l'istituzione di iniziative che sono andate ad affiancare altri programmi gestiti dalla Comunità spaziale internazionale con l'obiettivo di supportare (principalmente attraverso le osservazioni climatiche e terrestri) l'attuazione della Agenda 2030 (UNOOSA, 2020; Fig. 11).

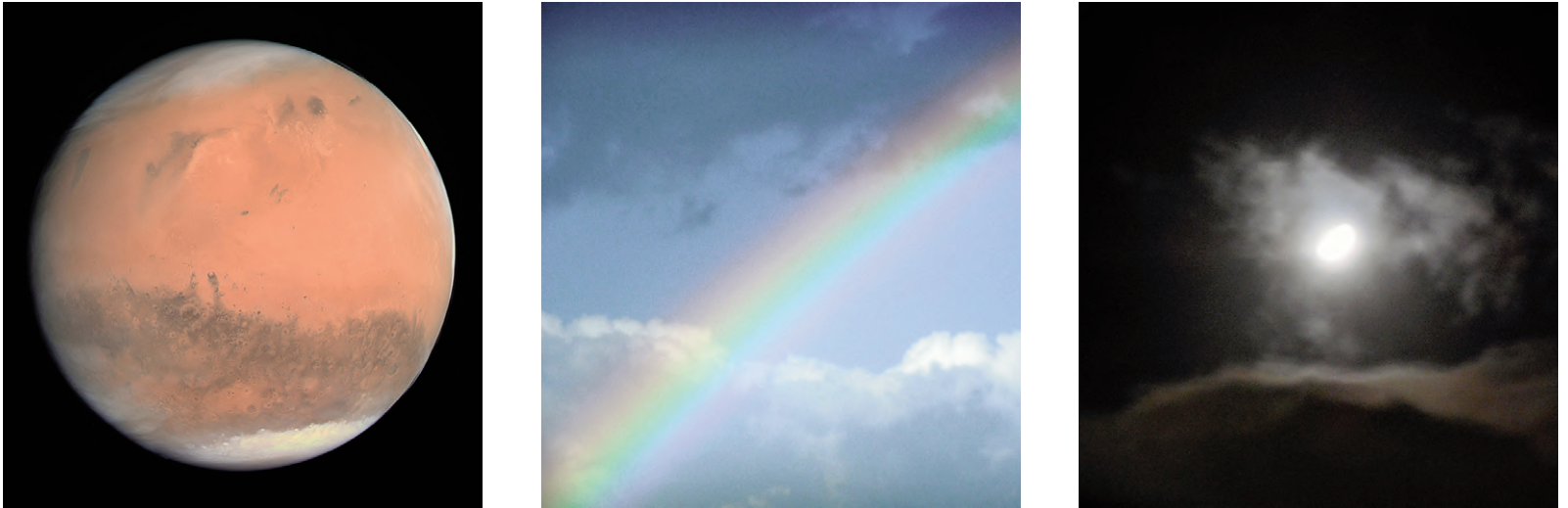
Alcuni dibattiti e proposte sulla sostenibilità dello Spazio sono ispirate alle strategie e alle politiche adottate per lo sviluppo sostenibile sulla Terra (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). E se questo orientamento può costituire un buon punto di partenza, è da rilevare che la loro traslazione pura e semplice non può produrre soluzioni efficaci nello Spazio, date le evidenti differenze e le problematiche anche sul piano giuridico. È necessario, invece, un approccio integrato in cui si affronti la questione ambientale contestualmente, per lo Spazio e per il Pianeta Terra, rispetto all'obiettivo della sostenibilità da raggiungere attraverso una visione sistemica in tutti gli ambienti che sono influenzati dagli esseri umani. Questo approccio eleverebbe lo Spazio e le sue risorse come parte del cosiddetto ‘capitale naturale’ (Matson, Clark and



Fig. 1 | The United Nations Headquarters in New York (credit: M. Altaffer).

Fig. 2 | Earth Observing Dashboard (online) – NASA/ESA/JAXA (credit: Covid-19 Earth Observing Dashboard, eodashboard.org, 11/11/2020).





**Figg. 3-5** | True-colour image of Mars seen by OSIRIS (credit: copyright ESA & MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA); A view from Earth: the rainbow (credit: L. Spini); The Moon (credit: L. Spini).

Andersson, 2016) e de 'l'ambiente umano', in virtù dell'unicità del sistema, fino a ipotizzare l'istituzione di un diciottesimo Obiettivo dello Sviluppo Sostenibile proprio sull'Ambiente Spaziale, come proposto da Galli e Losch (2019).

**Pianeta Terra e Spazio: un approccio integrato** | Facendo riferimento, quindi, alla Planetary Protection Policy della Committee on Space Research (COSPAR Bureau, 2020) – che comunque non include la protezione della Terra «[...] from man-made space objects (i.e., space debris)» (COSPAR, 2019, p. 6) – ai dibattiti recenti che hanno introdotto il concetto di 'sostenibilità planetaria' – il quale prende in considerazione il Pianeta Terra e il suo Spazio (Losch, 2019; Galli and Losch, 2019) – e all'attività in atto per l'implementazione dell'Agenda 2030, si dovrebbero sviluppare ulteriori linee guida per armonizzare le attività nello Spazio con il concetto più ampio di sviluppo sostenibile applicato sia alla Terra che allo Spazio. Queste linee guida dovrebbero essere sviluppate attraverso una concertazione tra i vari Paesi, i rappresentanti delle Comunità spaziali (private e pubbliche) e quanti si occupano della sostenibilità sulla Terra in termini di 'scienza della sostenibilità' (Clark, 2007), per produrre idee innovative ed efficaci metodologie d'intervento.

Con le nuove linee guida si riuscirà a promuovere azioni e politiche coordinate, affrontando per esempio da una prospettiva scientifica e giuridica come conciliare gli sforzi per proteggere l'Oceano Pacifico (peraltro monitorato dai satelliti) dal conferimento a discarica di oggetti spaziali non funzionali (De Lucia and Iavicoli, 2019). Si auspica che questo momento di confronto e partecipazione diffusa possa essere l'occasione anche per valutare la necessità e le priorità di nuove attività spaziali (ad esempio la colonizzazione di Marte) e altre attività sulla Terra (ad esempio la geo-ingegneria solare), in modo da ottimizzare quelle risorse finanziarie (non illimitate) necessarie a sostenere tecnologie per lo sviluppo sostenibile.

In questo contesto, dovrebbe essere promosso un effettivo trasferimento di conoscenze per identificare come i nuovi sviluppi nel cam-

po delle tecnologie e delle pratiche spaziali possano essere utilmente impiegate per affrontare le sfide sulla Terra, magari proprio a partire dalla ricerca e dallo sviluppo di nuovi materiali per l'eco-design sia per lo Spazio che sulla Terra e dalla questione della gestione dei detriti nello Spazio e dei rifiuti sul Pianeta Terra. Non meno importante, anche in relazione alla fase attuale (confinamento domestico, isolamento lavorativo, ecc.) sarebbe la condivisione degli studi sull'adattamento del comportamento umano a situazioni di costrizioni/limitazioni e di nuovi stress (del tipo quarantena, interazione con i robot e tele-lavoro) già presenti nello Spazio (ad esempio nella Stazione Spaziale Internazionale) che oggi si pongono anche sulla Terra (Owens, 2020).

Una collaborazione che potrebbe facilitare la riflessione sulla ricerca di modelli organizzativi sia sociali che territoriali (es. sul modello di città post pandemia), in cui le tecnologie gestite dai satelliti siano allineate con quelle tradizionali e con altre innovazioni sociali in un contesto di sostenibilità, in cui sia possibile creare reti di sicurezza basate sul 'principio di precauzione', promuovendo non solo la formazione di società digitali e 'super smart', ma anche di società resilienti sulla Terra in grado di far fronte e adattarsi alle crisi e ad altre emergenze globali (tipo quelle pandemiche appunto) che non possiamo prevedere, ma a cui dobbiamo essere capaci di far fronte.

**Conclusioni** | Lo status quo nella gestione sostenibile delle risorse nello Spazio e sul Pianeta Terra richiede cambiamenti radicali nell'interfaccia scienza/politica/pratica attraverso lo sviluppo di una governance transnazionale, aperta ai diversi Paesi del pianeta, con la proposta di soluzioni differenti basate su un approccio sistemico. In questo contesto, l'augurio è che le Nazioni Unite insieme alle Comunità scientifica e tecnologica internazionale (sia nel settore pubblico che in quello privato) non si limitino alla ricerca di soluzioni legate a Life 3.0, Society 5.0 e 'super smart society' per risolvere le sfide globali (dal cambiamento climatico, alle pandemie e alla povertà) ma si prodighino per

promuovere un approccio integrato alla gestione sostenibile di tutte le risorse naturali, sulla Terra come nello Spazio, tenendo conto delle questioni di vulnerabilità e di resilienza della società e del territorio per salvaguardare l'esistenza di quanti vi vivono.

---

Life 3.0 (Tegmark, 2017) and Society 5.0 (Government of Japan, 2020) outline new ways of living and producing in a near-term future. Some of the technologies propose quasi-disturbing scenarios which deeply impact the essence of the individual in his/her being 'human', namely in his/her personality as a social animal. These are scenarios which somehow refer to the reality of industrialized countries where new concepts of freedom (e.g., freedom from work, and freedom from bureaucracy) are predominant with respect to the accomplishments of the industrial society and even of the communication society which are now considered achievements of past centuries. Lock-down measures (e.g., staying at home and physical isolation) linked to the containment of the Covid-19 pandemic have probably provided an acceleration towards the consolidation of the digital society. In fact, for some months, many people have been able to maintain a network of social relationships, to obtain information, gather basic goods, and to work thanks to information and communication technologies (Zhao, 2020). Amongst the things that we will remember there are many messages received on WhatsApp sent by friends and relatives, which are reflected in an overall 40% increase in usage of this application (Kantar, 2020).

The United Nations and of course the International Telecommunication Union (ITU) have encouraged the use of digital technologies to encourage the challenges ensuing from the pandemic. For instance, the new Omnibus Resolution adopted by the United Nations in 2020 encourages countries and the other non-state actors to exploit digital and health technologies towards fighting Covid-19 and to close the digital divide towards accelerating the catalytic

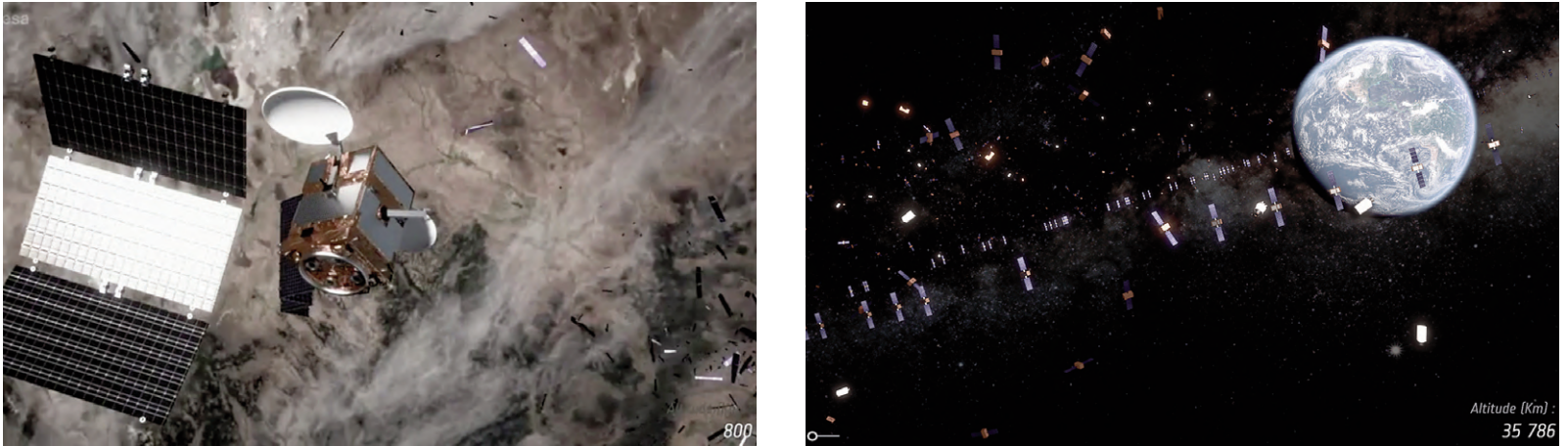


Fig. 6, 7 | Space debris (credit: copyright ESA); Geostationary orbit: debris and defunct launcher stages in the Geostationary ring (credit: copyright ESA/ID&Sense/ONIRIXEL).

role of digital technologies in reducing the impact of Covid-19 on education, health, communication, business and commerce (UN – General Assembly, 2020; Fig. 1). Organizations which are in charge of managing satellites and space programmes have been very active in the context of the pandemic. For instance, we recall here the activities related to tele-medicine and tele-epidemiology as well as the activities pertaining to the monitoring of the socio-economic and environmental impact of the pandemic and containment measures. Amongst these, there is the recently established ESA-NASA-JAXA Covid-19 Earth Observing Dashboard (Fig. 2) facilitating the identification of changes in the environment and the economic activities during the pandemic (ESA, 2020a). As it happens during crises, many technologies have been more widely used, even if, it is important to recall that many space technologies are at the service of human activities even within the so-called normal times during which we have not even perceived how much we depend on them.

In fact, given the distance and invisibility of this complex system from Earth, one may take for granted that many technologies – which are at the basis of our daily life – are resilient (i.e., there will always be functioning and available) and that they will reach more people and improve the quality of life of all. This viewpoint is based on the assumptions that there will be a continuous, equitable and accessible technological progress, and most important, that outer Space will be managed efficiently and sustainably in the long-term to assure that future generation could benefit from outer Space in the same way. However, these assumptions are not solidly grounded in the reality, as the interface between sustainability and outer Space is not that simple. In light of the above premises, the paper fosters the issue of sustainability in outer Space with an approach integrated to that of the Earth, in the context of the 2030 Agenda, by analyzing the evolution of the use of outer Space, and the issues of space debris and their effects on sustainable development. In conclusion, it stresses that a change in the science/policy/practice interface is necessary within the framework of knowledge-transfer, by wishing that the UN and the

scientific community will take up the challenge.

**The outer Space** | From Earth, outer Space appears as immense, calm, peaceful, and clean (Fig. 3, 4). Such perception of outer Space may also be strengthened by the fact that outer Space is not even internationally defined, despite the several international debates on this issue (UN – COPUOS, 2020a). It almost appears that outer Space is addressed as an infinite resource to which only human imagination, ingenuity and technological progress could impose boundaries and limits. In reality, the current status of outer Space is far from being that way, neither from scientific, historical nor from political perspectives.

In fact, international agreements/treaties on outer Space (UNOOSA, 2017), while taking into consideration the importance of outer Space for humankind, do not articulate that natural resources in outer Space as finite nor renewable resources, and do not explicitly refer to their sustainable management. For instance, the Agreement Governing the Activities of States on the Moon and other Celestial Bodies (UN – General Assembly, 1979) refers to the Moon as «[...] a natural satellite of the Earth» (Preamble; Fig. 5) as well as an entity which «[...] shall be the province of all mankind» now and for future generation (art. 4.1), while also recalling that the «[...] Moon and its natural resources are the common heritage of mankind» (art. 11.1). On the other hand, the narrative of the Agreement includes wording such as «[...] exploration and use of the Moon and other celestial bodies» (Preamble), and highlights that benefits «[...] may be derived from the exploitation of the natural resources of the Moon and other celestial bodies» (Preamble) and that the «[...] State Parties shall have the right to collect on and remove from the Moon samples of its mineral and other substance» (art. 6.2). An attitude that seems to conceal the need to be cautious in the collection and study of these resources<sup>1</sup>, and that makes no explicit reference to a sustainable management of these same resources, nor to the effective protection of the space environment.

In brief, it is all about 'use' and 'exploitation', and the terms used in the Agreement to define the care to be applied in respecting the

environment and the natural resources of the Moon and other celestial bodies are very vague, even in the references relating to the possible establishment of an international regime for «[...] the orderly and safe development of the natural resources of the Moon [and] the rational management of these resources» (art. 11.7a, b) or for the institution of «[...] international scientific preserves for which special protective arrangement» (art. 7.3). All this elusiveness is rather surprising as these space accords have entered into force between 1967 and 1984, namely in the period in which the United Nations and the international scientific community increasingly addressed and promoted environmental protection and sustainable development<sup>2</sup>. This disconnect between the discourse on environmental protection and sustainable use of natural resources could be linked to the narrative of the 'human environment' which was adopted towards promoting sustainable development on planet Earth (UN, 1972). This divide has been protracted through time within the framework of the Environmental Conventions and other international instruments, up to the 2030 Agenda and its Sustainable Development Goals (UN – General Assembly, 2015).

The split could have also been related to the fact that at the beginning of space exploration there were not many actors involved in space activities, and, hence, the human impact in outer Space was likely not considered as a priority. Nowadays there are many actors engaged in outer Space activities. New outer Space programmes have been established – such an increase is visible in the increasing memberships of many space-related Committees such as the Committee on Earth Observations Satellites (CEOS, 2020) which includes amongst its most recent member, the agencies of China and South Africa (as of 2010), The Netherlands (as of 2011), Viet-Nam (as of 2013) and of the United Arab Emirates (as of 2018). Furthermore, entities from private and commercial sector have started implementing space operations independently (and not as contractors to nation-states): amongst the most famous examples, let's recall SpaceX and Amazon activities (NATO Parliamentary Assembly, 2018). This proliferation of actors is accompanied with an increase of activities which implies the pres-

ence of objects in outer Space – for instance, a report states that the number of satellites from 2012 to 2017 has increased from 994 to 1,459 (NATO Parliamentary Assembly, 2018).

**The outer Space and the debris** | These trends are also a reflection of the overall digital transformations affecting of our economies, society and life-styles, as the digital technologies have provided the basis of an increasing use of outer Space (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). Such as situation continuously leads to the crowding of the Earth’s orbits, with the ensuing cluttering by space debris – the latter becoming one of the most pressing challenges concerning the long-term sustainability of outer Space (Undseth, Jolly and Olivari, 2020); in fact, through the damages of satellites and other objects, space debris can radically compromise the functioning and the management of the activities on planet Earth, with negative impact on human beings and their environment.

Space debris are defined as «[...] all man-made objects including fragments and elements thereof, in Earth orbit or re-entering the atmosphere, that are non-functional» (IADC,

2007, art. 3.1, p. 5; Figg. 6, 7), namely a great number of objects which have been accumulated in outer Space since 1957, as results of routine operations, collisions and explosions. The issue of space debris is neither a new nor an unexpected problem, given that already in 1978, NASA scientist, Donald J. Kessler, had forecasted that a debris concentration – a phenomenon known as the Kessler’s syndrome (Kessler et alii, 2010) – which would have developed a situation in which collisions would have continuously produced further debris (Kessler and Cour-Palais, 1978), with the strongly negative consequences on the deployment of space missions and activities (ESA, 2016b).

It is not easy to count nor to catalogue them, and it is even more difficult to attribute ownership (and thus responsibility), despite efforts by different countries and agencies to provide some indication on the current amount of space debris in outer Space. For instance, ESA (2020b) has estimated that, as of February 2020, the number of space debris objects with a diameter of more of 10 cm is 34,000; 900,000 objects are those with a di-

ameter greater than 1 cm up to 10 cm, and 128,000,000 are those objects in the range of 1 mm to 1 cm. The data allow us to state, in a very simple words, that outer Space is very cluttered and polluted.

Apart from the philosophical perspective or ideal to keep outer Space clean, calm and pristine, it is important to address the pressing challenges related to an increasing presence of space debris is crucial in terms of current and potential impacts and costs, as recently detailed in the report Space Sustainability – The Economic of Space Debris in Perspective from the OECD (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). The OECD report also highlights potential future negative effects of debris such as possible disruptions to time series related to earth sciences and climate research which could endanger the accuracy and reliability of weather forecasts and climate models – important services which are very connected to disaster risk reduction activities on Earth. Among other impacts listed in the report, there are damages to communication technologies (Undseth, Jolly and Olivari, 2020) which in such an interconnected world could become fatal, as well as

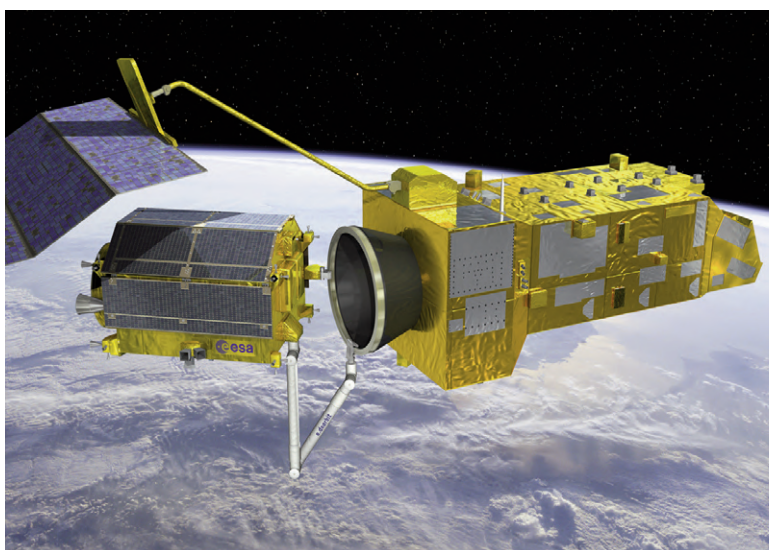
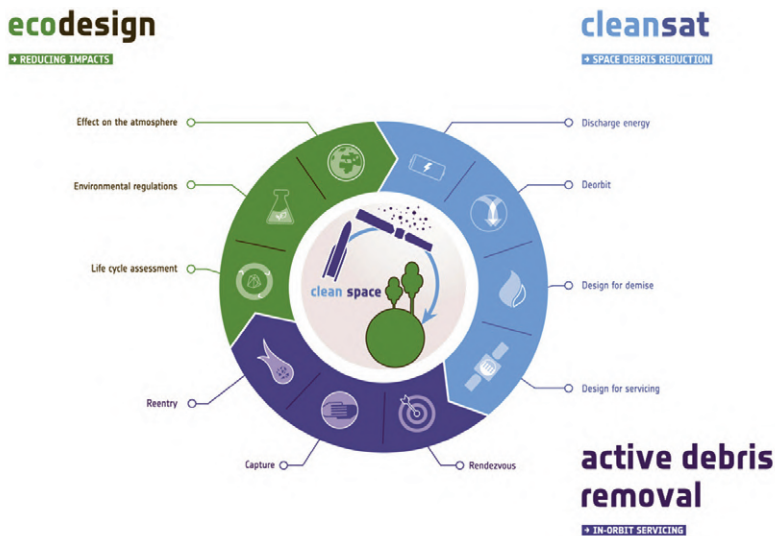


Fig. 8 | ESA Clean Space infographic (credit: copyright ESA).

Figg. 9, 10 | ESA Clean Space: Active space debris removal (credits: copyright ESA; copyright ESA and D. Ducros, 2016).

Fig. 11 | Gulf of Taranto, Italy (credit and copyright: contains modified Copernicus Sentinel data, 2019, processed by ESA).

the potential loss of human lives. Let's think, for instance at the astronauts of the International Space Station (ISS), even if caution is applied in this case given that the ISS is located at an altitude in which debris decays naturally. However, recent events have shown that these risks are real, as corroborated by the recent news that the ISS had to conduct an avoidance manoeuvre on 22 September 2020 (Garcia, 2020).

Last but not the least, space debris could also pose risks on the ground for human and its ecosystems, as not all debris objects are self-destroyed when entering the atmosphere, as happened for some laboratory's pieces of the Chinese Space Station Tiangong-1, which survived re-entry in April 2018 and crashed into the ocean (NATO Parliamentary Assembly, 2018) in an isolated place North of the so-called Spacecraft Cemetery, where space debris have been frequently 'thrown'. It is to be noted that there have been efforts to reduce the impact of the problem; in particular, the Inter-Agency Space Debris Coordination Committee and the United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS) have defined and established protocols and guidelines for preventing considerable releases of space debris such as the IADC Space Debris Mitigation Guidelines which have also been recently discussed and updated in 2019 (IADC, 2020; UN – COPUOS, 2020b).

What is clear that in addressing space debris mitigation and remediation, an integrated approach is to be applied related to the limitation/prevention of creating further space debris – via new design and space situational awareness – and to the active removal of current space debris in outer space (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). The Clean Space Initiative/ Programme of the European Space Agency (ESA, 2016b, 2020c) which, since 2012, has been addressing the space debris problem through such an integrated approach to address systematically the entire life-cycle of space activities, from design to demise, to clean-up (Figg. 8-10). Such an integrated approach is the sine qua non for achieving the long-term sustainability of operations: an issue that was not given proper attention at the beginning of space explorations and which has only been recently been addressed by the international community towards protecting outer Space and preserve it for the utilization by next generations, and towards guaranteeing the continuity of goods and services by current and future technologies.

**Sustainability and outer Space: future developments** | With respect to the safeguarding of outer Space, COPUOS has recently published the Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities which also defines long-term space sustainability, namely «[...] the ability to maintain the conduct of space activities indefinitely into the future in a manner that realizes the objectives of equitable access to the benefits of the exploration and use of outer Space for peaceful purposes, in order to meet the needs of the present generations while preserving the outer Space environ-

ment for future generations» (UN – COPUOS, 2019, p. 50). The urgency to ensure resilience for all the goods and services provided by outer Space in the context of our societies (and especially in the evolution of 'super-smart societies') has initiated the institution of initiatives which have been aligned to other programmes coordinated by the international space community with the objectives to support (mainly via the climatic and terrestrial observations) the implementation of the 2030 Agenda (UN-OOSA, 2020; Fig. 11).

Some debates and proposals on the sustainability of outer Space are inspired by the strategies and policies adopted for sustainable development on Earth (Undseth, Jolly and Olivari, 2020). While this could be a very good starting point as there are best-practices; translations of 'earthly' sustainability practices may actually not produce effective solutions in outer Space, also given differences pertaining challenges related to legal frameworks. Instead, there is a need for an integrated approach for addressing both outer Space and planet Earth with respect to sustainability; it is essential to remove the disconnect between the actions in outer Space and those in the biosphere, established in the 1960s, towards working for sustainable development systematically in all the environments which are impacted by human beings. This could entail considering outer Space and its resources part of the 'natural capital' in pursuing sustainability (Matson, Clark and Andersson, 2016), and thus the outer Space environment as the above-mentioned 'human environment' (UN, 1972) up to considering the establishment of an additional Sustainable Development Goal (No. 18) on the Space Environment, as suggested by Galli and Losch (2019).

**Planet Earth and outer Space: an integrated approach** | Recalling the Planetary Protection Policy by the Committee on Space Research (COSPAR Bureau, 2020) – which, however, do not include «[...] protecting Earth from man-made space objects (i.e., space debris)» (COSPAR, 2019, p. 6) and the recent debates which have introduced the concept of 'planetary sustainability' that considers planet Earth in its outer Space environment (Losch, 2019; Galli and Losch, 2019), as well as the above-mentioned activities supporting the implementation of the 2030 Agenda, further guidelines should be developed to harmonize outer Space activities with the broader concept of sustainable development applied both on Earth and in outer Space. These guidelines should be developed within international dialogues including representatives from countries, from public and private space communities and from those communities addressing sustainable development on planet Earth within the concept of 'sustainability science' (Clark, 2007) towards defining innovative thinking concerning sustainable development.

With these new guidelines, we could promote coherent actions and policies, for instance, to reconcile efforts, within the framework of scientific and legal contexts, to protect the Pacific Ocean (which is also monitored through earth observations satellites) with the

intentional dumping of non-functional space objects (De Lucia and Iavicoli, 2019). It is hoped that this participatory and knowledge-sharing framework could also evaluate the need and priority concerning the deployment of new outer Space activities and explorations (e.g., colonization of Mars) and other actions on planet Earth (e.g., solar geo-engineering), in order to optimize financial resources (not unlimited) necessary to support technologies for sustainable development.

Here, knowledge-transfer should be fostered, towards identifying how new developments in outer Space technologies and practices could effectively address challenges on planet Earth, maybe starting with the development of new material for eco-designs both in outer Space and on planet Earth and with the issue of debris management in outer Space and waste management on planet Earth. Furthermore, also relevant with the current situation (e.g. home-isolation, work-isolation), it would be important to share knowledge on the adaptation of human behaviour to new limitations/restrictions and to new stresses (e.g., quarantine, interactions with robots, teleworking) already present in outer Space (e.g., in the International Space Station) which today are also found on planet Earth (Owens, 2020).

This could facilitate the definition of new designs for social organisations and for urbanization (e.g., post-pandemic city model) in which the technologies managed by satellites are aligned with traditional ones and with other social innovations within the framework of sustainable development. Ultimately this could create safety-nets based on the 'precautionary principle' allowing not only for the creation of digital and 'super-smart' societies, but also resilient societies on planet Earth able to address and adapt to global crises (e.g., pandemic crises) which we cannot predict but which we will have to be able to address.

**Conclusions** | The status quo in the sustainable management of resources in outer Space and on planet Earth calls for radical changes in the science/policy/practice interface through the development of a transnational governance – open to different countries of the planet – with the aim to identify different solutions based on a systemic approach. In this context, it is hoped that the United Nations and the international scientific and technological community (in both the public and private sectors) do not limit themselves to the quest of identifying solutions related to Life 3.0, Society 5.0 and 'super-smart societies' to solve global challenges (from climate change to pandemics, and poverty), but will foster an integrated approach for the sustainable management of all natural resources (on planet Earth and in outer Space) while taking into account vulnerability and resilience issues of the society and places in order to safeguard the livelihood of those living there.

## Notes

1) «[...] States Parties may in the course of scientific investigations also use mineral and other substances of the Moon in quantities appropriate for the support of their missions [and] take measures to prevent the disruption of the existing balance of its environment» (UN – General Assembly, 1979, artt. 6.2 and 7.1).

2) Among the events of that period, the 1968 UNESCO Conference on the rational use and conservation of the resources of the biosphere and the 1972 Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage are worth mentioning.

## References

- CEOS (2020), *Agencies*. [Online] Available at: [ceos.org/about-ceos/agencies/](http://ceos.org/about-ceos/agencies/) [Accessed 14 September 2020].
- Clark, W. C. (2007), “Sustainability Science – A room of its own”, in *PNAS | Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, issue 6, pp. 1737-1738. [Online] Available at: [www.pnas.org/content/pnas/104/6/1737.full.pdf](http://www.pnas.org/content/pnas/104/6/1737.full.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- COSPAR (2019), “The COSPAR Panel on Planetary Protection Role, Structure and Activities”, in *Space Research Today*, n. 205, pp. 14-26. [Online] Available at: [cosparhq.cnes.fr/assets/uploads/2019/07/PPP\\_SRT-Article\\_Role-Structure\\_Aug-2019.pdf](http://cosparhq.cnes.fr/assets/uploads/2019/07/PPP_SRT-Article_Role-Structure_Aug-2019.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- COSPAR Bureau (2020), “COSPAR Policy on Planetary Protection”, in *Space Research Today*, n. 208, pp. 10-12.
- De Lucia, V. and Iavicoli, V. (2019), “From Outer Space to Ocean Depths – The ‘Spacecraft Cemetery’ and the Protection of the Marine Environment in Areas Beyond National Jurisdiction (March 1, 2018)”, in *California Western International Law Journal*, vol. 49, n. 2, pp. 345-389. [Online] Available at: [papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3153458](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3153458) [Accessed 14 September 2020].
- ESA (2020a), *Earth Observing Dashboard*. [Online] Available at: [eodashboard.org](http://eodashboard.org) [Accessed 14 September 2020].
- ESA (2020b), *Space debris by the numbers*, information correct as of February 2020. [Online] Available at: [www.esa.int/Safety\\_Security/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](http://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers) [Accessed 14 September 2020].
- ESA (2020c), *The Clean Space Blog*. [Online] Available at: [blogs.esa.int/cleanspace/](http://blogs.esa.int/cleanspace/) [Accessed 14 September 2020].
- ESA (2016a), *Clean Space – Safeguarding Earth and Space*. [Online] Available at: [esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Clean\\_Space/offline/download.pdf](http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Clean_Space/offline/download.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- ESA (2016b), *Protecting Space Missions – The Challenge of Space Debris*. [Online] Available at: [esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Space\\_Debris/offline/download.pdf](http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Space_Debris/offline/download.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- Galli, A. and Losch, A. (2019), “Beyond planetary protection – What is planetary sustainability and what are its implications for space research?”, in *Life Sciences in Space Research*, vol. 23, pp. 3-9. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/j.lssr.2019.02.005](https://doi.org/10.1016/j.lssr.2019.02.005) [Accessed 14 September 2020].
- Garcia, M. (2020), “Station Boosts Orbit to Avoid Space Debris”, in *NASA Blogs*, 22/09/2020. [Online] Available at: [blogs.nasa.gov/spacestation/2020/09/22/station-boosts-orbit-to-avoid-space-debris/](http://blogs.nasa.gov/spacestation/2020/09/22/station-boosts-orbit-to-avoid-space-debris/) [Accessed 14 September 2020].
- Government of Japan (2020), *Realizing Society 5.0*. [Online] Available at: [www.japan.go.jp/abonomics/\\_userdata/abonomics/pdf/society\\_5.0.pdf](http://www.japan.go.jp/abonomics/_userdata/abonomics/pdf/society_5.0.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- IADC (2020), *IADC Space Debris Mitigation Guidelines*, revision 2, March 2020. [Online] Available at: [www.iadc-home.org/documents\\_public/view/page/1/id/82#u](http://www.iadc-home.org/documents_public/view/page/1/id/82#u) [Accessed 14 September 2020].
- IADC (2007), *IADC Space Debris Mitigation Guidelines*, revision 1, September 2007. [Online] Available at: [www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/IADC-2002-01-IADC-Space\\_Debris-Guidelines-Revision1.pdf](http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/IADC-2002-01-IADC-Space_Debris-Guidelines-Revision1.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- Kantar (2020), *COVID-19 Barometer – Consumer attitudes, media habits and expectations*. [Online] Available at: [www.kantar.com/Inspiration/Coronavirus/COVID-19-Barometer-Consumer-attitudes-media-habits-and-expectations](http://www.kantar.com/Inspiration/Coronavirus/COVID-19-Barometer-Consumer-attitudes-media-habits-and-expectations) [Accessed 14 September 2020].
- Kessler, D. J. and Cour-Palais, B. G. (1978), “Collision Frequency of Artificial Satellites – The Creation of a Debris Belt”, in *Journal of Geophysical Research*, vol. 83, n. A6, pp. 2637-2646. [Online] Available at: [www.casr2.ca/07\\_News/headline\\_010216\\_files/Kessler\\_Collision\\_Frequency\\_1978.pdf](http://www.casr2.ca/07_News/headline_010216_files/Kessler_Collision_Frequency_1978.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- Kessler, D. J., Johnson, N. L., Liou, J.-C. and Matney, M. (2010), “The Kessler Syndrome – Implications to Future Space Operations”, in McQuerry, S. C. (ed.), *Guidance and Control 2010 – Advances in the Astronautical Sciences – Proceedings of the 33rd Annual AAS Rocky Mountain Guidance and Control Conference held February 5-10, 2010, Breckenridge, Colorado*, vol. 137, American Astronautical Society, San Diego, pp 47-62.
- Losch, A. (2019), “The need of an ethics of planetary sustainability”, in *International Journal of Astrobiology*, vol. 18, issue 3, pp. 259-266. [Online] Available at: [doi.org/10.1017/S1473550417000490](https://doi.org/10.1017/S1473550417000490) [Accessed 14 September 2020].
- Matson, P., Clark, W. C. and Andersson, K. (2016), *Pursuing Sustainability – A Guide to Science and Practice*, Princeton University Press, Princeton.
- NATO Parliamentary Assembly (2018), *Economic and Security Committee (ESC) – The Future of the Space Industry – General Report*, by Bockel, J.-M., General Rapporteur. [Online] Available at: [www.nato-pa.int/download-file?filename=sites/default/files/2018-12/2018%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20SPACE%20INDUSTRY%20-%20BOCKEL%20REPORT%20-%2017%20ESC%2018%20E%20fin.pdf](http://www.nato-pa.int/download-file?filename=sites/default/files/2018-12/2018%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20SPACE%20INDUSTRY%20-%20BOCKEL%20REPORT%20-%2017%20ESC%2018%20E%20fin.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- Owens, B. (2020), “NASA’s isolation experts: Lock-down lessons from space – Scientists at the US Agency offer advice about remote working, social isolation and quarantine”, in *Nature*, Career Column, 28 May 2020. [Online] Available at: [www.nature.com/articles/d41586-020-01598-w](http://www.nature.com/articles/d41586-020-01598-w) [Accessed 14 September 2020].
- Tegmark, M. (2017), *Life 3.0 – Being human in the age of artificial intelligence*, Alfred A. Knopf, New York.
- UN (1972), *Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972*. [Online] Available at: [digitallibrary.un.org/record/523249?ln=en](http://digitallibrary.un.org/record/523249?ln=en) [Accessed 14 September 2020].
- UN – COPUOS (2020a), *Historical summary on the consideration of the question on the definition and delimitation of outer space – Report of the Secretariat*, document A/AC.105/769/Add.1. [Online] Available at: [www.unoosa.org/oosa/en/oesadoc/data/documents/2020/aac.105/aac.105769add.1\\_0.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/oesadoc/data/documents/2020/aac.105/aac.105769add.1_0.html) [Accessed 14 September 2020].
- UN – COPUOS (2020b), *Research on space debris, safety of space objects with nuclear power sources on board and problems relating to their collision with space debris – Note by the Secretariat*, document A/AC.105/C.1/116. [Online] Available at: [www.unoosa.org/oosa/oesadoc/data/documents/2019/aac.105c.1/aac.105c.1116\\_0.html](http://www.unoosa.org/oosa/oesadoc/data/documents/2019/aac.105c.1/aac.105c.1116_0.html) [Accessed 14 September 2020].
- UN – COPUOS (2019), *Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space – Sixty-second session (12-21 June 2019) – General Assembly Official Records Seventy-fourth Session Supplement No. 20*, document A/74/20. [Online] Available at: [www.unoosa.org/res/oesadoc/data/documents/2019/a/a7420\\_0\\_html/V1906077.pdf](http://www.unoosa.org/res/oesadoc/data/documents/2019/a/a7420_0_html/V1906077.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- UN – General Assembly (2020), *Comprehensive and coordinated response to the coronavirus disease (COVID-19) pandemic*, document A/74/L.92/draft resolution. [Online] Available at: [undocs.org/A/74/L.92](http://undocs.org/A/74/L.92) [Accessed 14 September 2020].
- UN – General Assembly (2015), *Transforming our world – The 2030 Agenda for Sustainable Development*, document A/RES/70/1. [Online] Available at: [www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E) [Accessed 14 September 2020].
- UN – General Assembly (1979), *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*. [Online] Available at: [digitallibrary.un.org/record/9003?ln=en](http://digitallibrary.un.org/record/9003?ln=en) [Accessed 14 September 2020].
- Undseth, M., Jolly, C. and Olivari, M. (2020), *Space sustainability – The economics of space debris in perspective*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, n. 87. [Online] Available at: [doi.org/10.1787/a339de43-en](https://doi.org/10.1787/a339de43-en) [Accessed 14 September 2020].
- UNOOSA – United Nations Office for Outer Space Affairs (2020), *Space Supporting the Sustainable Development Goals – How Space can be used in support of the 2030 Agenda for sustainable development*. [Online] Available at: [www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/space4sdgs/index.html](http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/space4sdgs/index.html) [Accessed 14 September 2020].
- UNOOSA – United Nations Office for Outer Space Affairs (2017), *International Space Law – United Nations Instruments*. [Online] Available at: [www.unoosa.org/res/oesadoc/data/documents/2017/stspace/stspace61rev\\_2\\_0\\_html/V1605998-ENGLISH.pdf](http://www.unoosa.org/res/oesadoc/data/documents/2017/stspace/stspace61rev_2_0_html/V1605998-ENGLISH.pdf) [Accessed 14 September 2020].
- Zhao, H. (2020), “Tech’s response to COVID 19 – Editorial”, in *ITU News Magazine | Tech v COVID-19 – Managing the crisis*, n. 3, p. 1. [Online] Available at: [www.itu.int/en/myitu/News/ITU-News-Magazine](http://www.itu.int/en/myitu/News/ITU-News-Magazine) [Accessed 14 September 2020].