



OSSERVATORIO NUOVE TECNOLOGIE E DIRITTI FONDAMENTALI N. 3/2025

2. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE E LO SPAZIO TRA SFIDE E OPPORTUNITÀ GIURIDICHE: SICUREZZA E SOSTENIBILITÀ DELLE ATTIVITÀ SPAZIALI

1. *L'intelligenza artificiale e lo spazio nel diritto internazionale delle attività spaziali*

Negli ultimi mesi, soprattutto da parte del mondo accademico e della ricerca, si è registrato un interesse crescente della comunità scientifica per l'uso dell'intelligenza artificiale (IA) nello spazio extra-atmosferico in quanto, *inter alia*, ci si sta interrogando sull'applicabilità degli strumenti giuridici che regolano le attività spaziali a missioni che integrano l'IA. Tale profilo risulta interessante poiché sono diversi anni che l'IA è impiegata a supporto di attività spaziali. La sua applicazione nel settore affonda le radici già nei primi anni '90 del secolo scorso quando simili sistemi venivano sfruttati per analisi del rischio e pianificazione delle missioni. Progressivamente, con il maturare della tecnologia, si è giunti al loro impiego, da parte di attori pubblici e privati, *in situ* ovvero direttamente nello spazio extra-atmosferico e su corpi celesti diversi dalla Terra. Dai rover della NASA del 2004 e 2020 – che hanno svolto alcune operazioni autonome su Marte – al satellite per l'osservazione della Terra dell'ESA lanciato ad agosto 2024 – il quale analizza ed elabora immagini direttamente nello spazio –, all'azienda torinese AIKO – prima in Europa a dimostrare l'utilizzo di algoritmi di *deep learning* in orbita migliorando l'efficienza delle operazioni satellitari (per diversi utilizzi dell'IA nelle attività spaziali si veda, S. MARCHISIO, *Le sfide dell'intelligenza artificiale nel diritto delle attività spaziali*, in R. GIORDANO, A. PANZAROLA, A. POLICE, S. PREZIOSI, M. PROTO (a cura di), *Il diritto nell'era digitale. Persona, Mercato, Amministrazione, Giustizia*, Milano, 2022, pp. 608-611). Nonostante le missioni e i programmi spaziali – passati, attuali e programmati – che sfruttano l'IA siano molteplici, non si può affermare che esista un quadro giuridico specifico e consolidato che ne disciplini espressamente l'utilizzo nello spazio extra-atmosferico. Alla luce dunque delle evoluzioni più recenti dell'IA, delle sue applicazioni nel settore spaziale e dell'interesse crescente per questa tecnologia anche da una prospettiva giuridica, ci si interroga sull'esigenza di adottare una regolamentazione di settore in materia. Al fine di rispondere al presente interrogativo si ritiene essenziale procedere su due binari: da una parte valutare l'applicabilità del diritto internazionale e nazionale delle attività spaziali quando queste sfruttano l'IA e, dall'altra, riflettere sull'adozione, potenziale o effettiva, di norme specifiche che ne regolamentino l'utilizzo nelle attività spaziali.

Alcune premesse appaiono, tuttavia, d'obbligo. Innanzitutto, l'IA comprende una molteplicità di sistemi caratterizzati da diversi livelli di automazione. Senza alcuna pretesa di

esaustività – che esulerebbe dagli obiettivi del presente contributo – è possibile distinguere tra sistemi parzialmente e totalmente autonomi. Nella realtà spaziale odierna solo i primi risultano effettivamente integrati nelle missioni. Il concetto di autonomia totale – intesa come completa assenza di controllo o supervisione umana – resta, allo stato attuale, una possibilità teorica ma non una realtà operativa. Per tale ragione, se non altrimenti indicato, le riflessioni che seguiranno si concentreranno esclusivamente sui sistemi parzialmente autonomi. In secondo luogo, come da tradizione dottrinale, stanno emergendo diversi orientamenti in merito all'effettiva applicabilità del diritto internazionale delle attività spaziali alle missioni che impiegano l'intelligenza artificiale. Si condivide l'impostazione di quell'autorevole dottrina che ritiene l'odierno quadro giuridico generalmente idoneo a disciplinare anche simili attività. In particolare – ma non esclusivamente – tale dottrina richiama l'attenzione su alcuni principi e regole giuridiche fondamentali quali: la responsabilità internazionale dello Stato per le attività nazionali realizzate nello spazio extra-atmosferico, sulla Luna e altri corpi celesti da parte di entità pubbliche e private e i relativi obblighi di autorizzazione e supervisione continua dello Stato appropriato sulle attività nazionali dei privati sanciti dall'articolo VI del Trattato sui principi che regolano le attività degli Stati nell'esplorazione e nell'uso dello spazio extra-atmosferico, compresi la Luna e gli altri corpi celesti del 1967 ([OST](#)); la responsabilità per danni e l'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio, rispettivamente disciplinate dagli articoli VII e VIII dell'OST e dalle Convenzioni sulla responsabilità internazionale per i danni causati da oggetti spaziali ([LIAB](#)) del 1972 e sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico ([REG](#)) del 1975 (S. MARCHISIO, *Le sfide dell'intelligenza artificiale*, cit., p. 614 ss.). In questa prospettiva, dunque, l'evoluzione tecnologica non determina necessariamente un vuoto normativo, rientrando invece, per alcune fattispecie, nella capacità adattiva del diritto internazionale e offrendo l'opportunità di interpretare e applicare in chiave evolutiva i principi e le disposizioni già esistenti attraverso il principio di novità interpretato alla luce del parere consultivo del 1996 della Corte internazionale di giustizia, richiesto dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite, sul caso *Threat or Use of Nuclear Weapons* (G. M. RUOTOLO, *Intelligenza artificiale e diritto internazionale: alcune considerazioni introduttive*, in V. V. CUOCCI, F. P. LOPS, C. MOTTI (a cura di), *La responsabilità civile nell'era digitale*, Bari, 2022, pp. 46-47).

Sostenere, tuttavia, l'applicabilità del diritto internazionale delle attività spaziali a missioni che integrano sistemi di IA non esclude a priori complessità e sfide giuridiche che possono derivarne. Innumerevoli sono i profili giuridici analizzabili ma, ai fini del presente contributo, l'attenzione sarà rivolta a uno specifico caso studio che riguarda alcuni aspetti legati alla sicurezza e sostenibilità delle attività spaziali. In particolare, l'analisi si focalizzerà sulla sicurezza intesa come *safety*, ovvero la gestione dei rischi, a fronte di una realtà spaziale sempre più complessa, necessaria per garantire la sicurezza delle operazioni spaziali, supportando al contempo lo sviluppo di una strategia finalizzata a migliorare le prestazioni di sicurezza e affrontare sistematicamente i rischi (S. MARCHISIO, *The Law of Outer Space Activities*, Roma, 2022, p. 302). Con il termine sostenibilità, invece, si intende l'uso dello spazio extra-atmosferico affinché ne sia mantenuto il potenziale per soddisfare i bisogni e le aspirazioni delle generazioni presenti e future e se ne garantisca l'utilizzo da parte di tutta l'umanità per scopi pacifici, il progresso scientifico e tecnologico e i benefici socio-economici (*Ibidem*, p. 302).

2. L'IA per la sicurezza e la sostenibilità delle attività spaziali

Discutere di sicurezza e sostenibilità delle attività spaziali acquisisce oggi un significato particolarmente rilevante in quanto costituiscono due tra le sfide più urgenti che il settore si trova ad affrontare. Tale rilevanza emerge con ancora maggiore evidenza alla luce di un quadro giuridico che, per lo più, esige di essere completato. La sicurezza e sostenibilità sono concetti complessi, con tante sfaccettature e influenzati da diversi fattori e fenomeni della realtà spaziale. A titolo esemplificativo, l'odierna proliferazione dei satelliti in orbita bassa, incontrollata e *de facto* non regolata, l'incremento dei lanci e delle attività in orbita in assenza di norme, condivise e coordinate a livello internazionale, per la gestione del traffico stanno contribuendo ad aggravare l'inquinamento dell'ambiente spaziale, intensificando il problema dei detriti e delle interferenze dannose con ripercussioni non solo sulle attività umane e robotiche nello spazio ma anche sulla Terra.

L'intelligenza artificiale si inserisce in questo contesto in quanto strumento potenzialmente utile per contribuire a soddisfare alcune esigenze del settore. A livello tecnico-operativo la comunità spaziale, pubblica e privata, sta studiando e sperimentando diversi metodi per sfruttare l'IA a supporto, per esempio, di attività spaziali emergenti. Tra queste si possono menzionare tutte quelle operazioni che sono conosciute con il nome di *remediation* e servizi in orbita (*in-orbit servicing*, IOS). Nonostante una definizione giuridica univoca e condivisa a livello internazionale non si sia ancora consolidata, parte della dottrina ricomprende nell'ambito dell'IOS: da un lato, lo spostamento, la rimozione attiva e lo smaltimento dei satelliti a fine vita operativa e dei detriti spaziali non identificati (c.d. *Active Debris Removal*, ADR) e, dall'altro, l'estensione della vita operativa degli oggetti spaziali in orbita tramite, per esempio, il rifornimento del carburante o la manutenzione direttamente nello spazio. Altri autori, invece, tendono a distinguere tali attività, collocando l'ADR nell'ambito della *remediation* e riservando il concetto di IOS alle operazioni di supporto alla funzionalità degli oggetti in orbita. In questa sede non si intende proporre una classificazione ma solo segnalare l'esistenza di differenti impostazioni concettuali e l'attuale varietà terminologica utilizzata nella prassi.

Che si tratti di *remediation* o IOS, diverse sono le aziende che stanno testando simili attività. Un esempio emblematico è rappresentato dalla missione del 2021 *End-of-Life Services* (ELSA-d) dell'azienda giapponese Astroscale, considerata la prima al mondo dedicata all'ADR. Nell'ambito di tale missione Astroscale ha impiegato un avanzato sistema di IA per ottimizzare le operazioni di *rendezvous*, ovvero l'avvicinamento controllato di un oggetto spaziale a un altro. In particolare, durante una delle manovre dimostrative, il satellite di servizio dell'azienda ha agganciato un simulatore di satellite non operativo in rotazione su sé stesso mediante l'uso di algoritmi evoluti di IA. Questi hanno permesso al sistema di elaborare in tempo reale i dati relativi al movimento del simulatore, valutare le condizioni ambientali e pianificare le manovre di cattura in modo autonomo (ASTROSCALE, [Astroscale's ELSA-d Successfully Demonstrates Repeated Magnetic Capture](#), 2021). Dal 2021, altri attori spaziali, oltre alla stessa Astroscale, hanno puntato, nell'ambito di programmi pubblici e privati, su operazioni di IOS tramite lo sfruttamento di sistemi di IA. Tra questi anche l'azienda italiana D-Orbit che, *inter alia*, è coinvolta nella prima missione europea di manutenzione in orbita geostazionaria – *Responsive In-Orbit Servicing* (RISE) dell'Agenzia spaziale europea (ESA) –, il cui lancio è previsto per il 2028. In particolare D-Orbit è incaricata di sviluppare il veicolo *Geostationary Extension Assistant* (GEA) progettato per eseguire operazioni di *rendezvous*, aggancio e controllo orbitale, anche grazie all'impiego di capacità di navigazione autonoma e

sistemi intelligenti a bordo. La missione rientra nel programma *Space Safety* dell'ESA, incentrato sulla protezione della Terra e delle infrastrutture critiche da minacce naturali e artificiali provenienti dallo spazio, e ha come obiettivo primario quello di dimostrare capacità di prolungamento della vita operativa degli oggetti spaziali attraverso interventi in orbita al fine di ridurre la necessità di lanciare nuovi satelliti e contribuire alla sostenibilità dell'ambiente spaziale (S. PICCIN, [D-Orbit collaborerà con Eutelsat per la missione di In-Orbit servicing RISE](#), 2025). Anche l'Unione europea sta iniziando a muoversi in questa direzione: a luglio 2024 ha annunciato l'intenzione di preparare una missione pilota – *In-Space Operations and Services* (ISOS) – finalizzata a promuovere operazioni spaziali avanzate, quali il rifornimento, l'assemblaggio, la produzione, il riciclo e la logistica nello spazio, per migliorare le prestazioni, la resilienza e la sostenibilità degli asset spaziali attraverso *inter alia* lo sfruttamento di sistemi robotici, di automazione e di IA (EUROPEAN COMMISSION, Guidance Document for the EU ISOS Pilot Mission. In-Space Operations & Services 4 Infrastructure. ISOS4I, Act in Space, HORIZON-CL4-SPACE-2025, 20 marzo 2025). Quelli menzionati sono solo alcuni esempi di missioni di IOS che, tuttavia, presentano elementi comuni: sono tutte operazioni che richiedono valutazioni complesse in tempo reale, l'analisi di un enorme quantitativo di dati, un altissimo livello di precisione e accuratezza e nelle quali l'utilizzo di sistemi, anche solo semi-autonomi, di IA riduce la necessità di un intervento umano da Terra, aumentando l'efficacia della missione.

La realizzazione di attività di questo genere, abilitate da tecnologie avanzate come i sistemi di intelligenza artificiale, non solo rappresenta un importante impulso all'innovazione tecnologica e alla promozione di un ambiente spaziale più sostenibile e sicuro ma contribuisce anche a mettere gli operatori nelle condizioni di conformarsi ai principi e alle norme internazionali, siano esse giuridicamente vincolanti o non, che garantiscono la sostenibilità e sicurezza delle attività spaziali. Si ritiene, per esempio, che le missioni di IOS abilitate da sistemi di IA – come quelle orientate alla deorbitazione controllata, alla manutenzione, o al *rendezvous* e *docking* con satelliti malfunzionanti – diano nuovo contenuto ai principi sanciti dall'articolo IX dell'OST della cooperazione e assistenza reciproca degli Stati che devono condurre le loro attività nello spazio extra-atmosferico, compresi la Luna e gli altri corpi celesti, con il dovuto riguardo ai rispettivi interessi di tutti gli altri Stati (principio del *due regard*). L'impiego di tecnologie intelligenti in missioni simili, infatti, potrebbe favorire l'interoperabilità tra diversi sistemi spaziali e facilitare forme di cooperazione tanto tra Stati – indipendentemente dal livello di sviluppo delle rispettive capacità spaziali – quanto tra attori pubblici e privati.

Possiamo, inoltre, menzionare il principio, di cui sempre all'articolo IX, di evitare di causare interferenze potenzialmente nocive alle attività di altri Stati nell'esplorazione e nell'uso pacifico dello spazio. *Inter alia*, esso si traduce nel contesto operativo in una crescente attenzione alla prevenzione del rischio di collisioni, della produzione di detriti e della perdita di controllo dei veicoli spaziali, aggravate dall'intensificarsi del traffico. In tale prospettiva, i sistemi di intelligenza artificiale possono svolgere un duplice ruolo. Da un lato, come evidenziato, abilitano missioni di IOS riducendo così le potenziali interferenze con le attività di terzi. Dall'altro, la comunità spaziale vede l'IA come uno strumento utile nella gestione del traffico, ambito in cui la complessità e velocità dei processi decisionali richiedono sistemi capaci di elaborare grandi volumi di dati in tempo reale. Algoritmi intelligenti possono infatti supportare diverse attività come, per esempio, la *collision avoidance*, l'ottimizzazione delle traiettorie, la previsione del rischio di congiunzione e il coordinamento tra operatori – anche attraverso l'integrazione di fonti eterogenee come cataloghi orbitali, sensori terrestri e dati *in*

situ (sui diversi contributi dell'IA alla gestione del traffico si veda la banca dati dell'ESA, [Artificial Intelligence for Space Traffic Management](#)).

Ancora, l'integrazione diffusa dei sistemi di IA nelle attività spaziali potrebbe facilitare sempre più l'attuazione, sebbene volontaria, delle Linee guida per la sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali ([Guidelines for the long-term sustainability of outer space activities of the Committee on the peaceful uses of outer space](#), LTS Guidelines), adottate dal Comitato delle Nazioni Unite sugli usi pacifici dello spazio extra-atmosferico (COPUOS) nel 2019. A titolo esemplificativo, le Linee guida B.1, B.2 e B.3 promuovono rispettivamente: la condivisione di informazioni di contatto aggiornate e su oggetti spaziali ed eventi orbitali; il miglioramento dell'accuratezza dei dati orbitali e delle pratiche di condivisione delle informazioni; la raccolta e diffusione di dati sul monitoraggio dei detriti spaziali. Tecnologie basate su IA possono, ad esempio, automatizzare la raccolta e l'elaborazione di dati orbitali, migliorare la previsione dei rischi di collisione e supportare il tracciamento in tempo reale degli oggetti spaziali. D'altronde è la stessa Linea guida D.1 a promuovere la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica – incoraggiando anche la riutilizzabilità o il riposizionamento funzionale degli oggetti spaziali – finalizzate a garantire la sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali ma anche la sicurezza, affidabilità e resilienza delle operazioni in un ambiente operativo sempre più complesso e congestionato.

Si ritiene, dunque, che lo sfruttamento di sistemi di intelligenza artificiale nelle attività spaziali abbia un grande potenziale nel consentire non solo di migliorare l'efficienza delle missioni e abilitarne di sempre più avanzate ma anche di favorire una maggiore conformità ai principi e alle norme del diritto internazionale applicabile, minimizzando l'impatto delle operazioni sulla sicurezza e sostenibilità e contribuendo a garantire le libertà di esplorazione e uso e di accesso allo spazio (articolo I, OST).

Alla luce di ciò emerge con chiarezza l'esigenza che anche l'impiego di tale tecnologia avvenga in modo responsabile, sicuro e sostenibile. In altri termini, se da un lato l'IA costituisce uno strumento importante per la sostenibilità e sicurezza nello e dello spazio, dall'altro la sua stessa integrazione nelle attività spaziali deve essere guidata da principi analoghi al fine di evitare che l'utilizzo di tali sistemi generi nuove fonti di rischio. Le soluzioni di IA pongono sfide e difficoltà sia tecniche che giuridiche in tutti i contesti in cui vengono adottate. Nel settore spaziale, caratterizzato da elevati livelli di rischio, tali criticità possono assumere una rilevanza particolarmente delicata. Si pensi, per esempio, a processi decisionali spesso poco trasparenti – soprattutto nei sistemi basati su apprendimento automatico che operano come vere e proprie scatole nere – che sollevano interrogativi sulla capacità di mantenere un adeguato controllo umano e intervenire efficacemente e tempestivamente laddove le circostanze lo richiedessero. A ciò si aggiungono le vulnerabilità a cui questi sistemi possono essere esposti, in particolare rispetto ad attacchi informatici o *cyber*, con possibili conseguenze che spaziano dalla manipolazione dei dati o delle decisioni dell'IA alla messa in atto di attività per scopi malevoli, come interferenze, *hacking* o distruzione di satelliti.

Appare pertanto cruciale, al fine di prevenire o evitare condotte anti-giuridiche e anti-etiche, promuovere un utilizzo dell'IA nello spazio che sia trasparente, affidabile, verificabile e soggetto a controlli umani significativi, in linea con gli obiettivi di sicurezza, sostenibilità e cooperazione promossi dal diritto internazionale delle attività spaziali, oltretutto con i principi etici riconosciuti a livello internazionale – tra cui quelli elaborati dall'UNESCO (UNESCO, [Raccomandazione su L'etica dell'IA: Modellare il futuro](#), 2023) e dall'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD, [Revised Recommendation of the Council](#)

[On Artificial Intelligence](#), adopted by the Council at Ministerial level on 3 May 2024, C/MIN(2024)16/FINAL).

3. *Sviluppi attuali e prospettive di regolamentazione dell'IA nello spazio*

Abbiamo già evidenziato l'assenza di uno specifico quadro giuridico che regolamenti l'utilizzo dell'IA nelle attività realizzate nello spazio extra-atmosferico. Nonostante ciò la comunità spaziale ha iniziato a muoversi, seppur con cautela, su altri versanti regolatori e non. A livello di *policy*, per esempio, la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) ha adottato un documento nel 2021 sull'uso etico dell'intelligenza artificiale che attinge a quadri già elaborati da altre organizzazioni leader nel settore e stabilisce una serie iniziale di sei principi guida volti a guidare le attività dell'Agenzia e fornire indicazioni anche al settore privato (NASA, [NASA Framework for the Ethical Use of Artificial Intelligence \(AI\)](#), NASA/TM-20210012886, 2021). Parallelamente cresce l'interesse degli operatori commerciali di sviluppare pratiche industriali che includano e promuovano l'uso responsabile dell'IA nelle loro strategie operative e gestionali, ciò anche in assenza di un quadro giuridico vincolante (T. GRAHAM, K. THANGAVEL, A. S. MARTIN, *Navigating AI-lien Terrain: Legal liability for artificial intelligence in outer space*, in *Acta Astronautica* (on-line), 2024, p. 198).

Sul piano regolatorio, particolarmente significativo ai nostri fini è il lavoro realizzato da enti internazionali di standardizzazione, tra cui l'Organizzazione internazionale per la normazione (ISO) e l'Istituto degli ingegneri elettrici ed elettronici (IEEE). Queste organizzazioni hanno istituito appositi comitati incaricati di elaborare *standard* tecnici, linee guida per la gestione del rischio e modelli di valutazione dell'IA per garantire la sicurezza, l'affidabilità e la tracciabilità dei relativi sistemi (*Ibidem*, p. 203). Sebbene tali *standard* non siano sviluppati esclusivamente per l'utilizzo dell'IA nelle attività spaziali, molti di essi sono pienamente rilevanti e applicabili anche in questo settore. A titolo esemplificativo, si possono menzionare l'[ISO/IEC TR 24027:2021 – Bias in AI systems and AI-aided decision making](#), utile per identificare e mitigare i *bias* che potrebbero compromettere l'affidabilità delle decisioni in ambienti o circostanze critiche come, per esempio, nelle attività di *collision avoidance* o gestione del traffico oppure – più recente – l'[IEEE 2894-2024 – Guide for an Architectural Framework for Explainable Artificial Intelligence](#) che definisce linee guida per progettare sistemi di IA spiegabili ovvero capaci di fornire motivazioni comprensibili per le decisioni adottate. Quest'ultimo appare particolarmente rilevante sotto molteplici profili tra cui garantire la trasparenza tecnica e il controllo umano sulle decisioni assunte dall'IA. Come noto gli *standard* tecnici non hanno, di per sé, natura vincolante; nonostante ciò, costituiscono uno strumento di grande rilevanza nei settori ad alto contenuto tecnologico, come quello spaziale e dell'intelligenza artificiale, nonché nei contesti in cui è frequente l'integrazione tra diverse tecnologie, contribuendo ad assicurare interoperabilità, efficienza e coerenza operativa. L'importanza di tali strumenti nel settore è ulteriormente sottolineata anche dalle LTS Guidelines, le quali incoraggiano espressamente l'adozione di *standard* tecnici internazionali per promuovere comportamenti responsabili nelle attività spaziali.

Tra le ulteriori proposte avanzate in dottrina si segnala l'opportunità di introdurre *Transparency and Confidence Building Measures* (TCBMs), ovvero misure di trasparenza e rafforzamento della fiducia, specifiche per l'utilizzo dell'IA nello spazio. Secondo alcuni autori potrebbero contribuire a garantire la trasparenza, stabilire norme di comportamento

responsabile nello spazio quando si utilizza l'IA e promuovere la cooperazione internazionale – esigenze particolarmente rilevanti soprattutto in attività ad alta interazione operativa, come le missioni di prossimità e i servizi in orbita, dove i rischi di ambiguità e interferenza sono più elevati (A. S. MARTIN, S. FREELAND, *The Advent of Artificial Intelligence in Space Activities: New Legal Challenges*, in *Space Policy* (on-line), 2021, p. 7). Tuttavia va sottolineato come l'adozione di TCBMs si sia rivelata poco fruttuosa in settori molto polarizzati e meno cooperativi come la *space security*. Pur esistendo spazi per la collaborazione e cooperazione, l'attuale situazione geopolitica – caratterizzata dallo sfruttamento dell'innovazione tecnologica come strumento di *soft power*, da una competizione in cui la dimensione della difesa assume un ruolo sempre più centrale e dalla crescente influenza delle dinamiche geopolitiche sullo spazio – potrebbe ridurre significativamente l'efficacia di tale approccio.

Oltre al piano internazionale si ritiene utile esplorare anche quello nazionale. Una possibilità, infatti, è che gli Stati modifichino o integrino la propria normativa interna oppure adottino specifiche regolamentazioni – anche di secondo livello – volte a disciplinare l'utilizzo dell'IA nello spazio. Si consideri che oltre 40 Paesi, [a cui si è aggiunta di recente anche l'Italia](#), hanno emanato legislazioni spaziali per regolare le attività dei privati nello spazio. Tali leggi instaurano, *inter alia*, un regime di autorizzazione e supervisione continua delle attività degli operatori privati per dare esecuzione all'obbligo sancito dall'articolo VI dell'OST. A tal fine disciplinano una serie di condizioni – in coerenza con quelle che sono le esigenze del settore spaziale, gli interessi nazionali del Paese ma anche le norme, vincolanti e non, del diritto internazionale dello spazio – che l'attività deve soddisfare perché l'operatore possa ottenere l'autorizzazione dall'Autorità nazionale responsabile (M. V. PREST, Gli operatori privati e l'esercizio delle attività spaziali, in S. DI PIPPO, S. MARCHISIO, L. VIOLANTE (a cura di), *Space Economy, Space Industry, Space Law*, Bologna, 2024, p. 229). Spesso tali condizioni sono dettagliate mediante atti normativi di secondo livello. Un impiego sempre più esteso di sistemi avanzati di IA nelle missioni spaziali, soprattutto private, potrebbe dunque rendere necessario un aggiornamento di queste disposizioni affinché gli operatori possano conformarsi a requisiti tecnici, anche di sicurezza e sostenibilità, coerenti con i più recenti sviluppi. In tale prospettiva è stato osservato che, alla luce dell'importanza crescente dell'IA per le attività spaziali, quale nuova frontiera tecnologica, dovrebbe essere promossa una maggiore regolamentazione a livello di diritto interno, anche attraverso l'integrazione di elevati *standard* tecnici nei regimi di autorizzazione nazionale (S. MARCHISIO, *Le sfide dell'intelligenza artificiale*, cit., p. 621). In questo senso, inoltre, le norme tecniche internazionali, come quelle elaborate dall'ISO, possono costituire un utile riferimento per orientare le iniziative normative nazionali, favorendo la standardizzazione e riducendo la frammentazione.

Interessante sarà anche osservare gli effetti dell'entrata in vigore del Regolamento dell'Unione europea sull'intelligenza artificiale (Regolamento (UE) 2024/1689 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 giugno 2024, che stabilisce regole armonizzate sull'intelligenza artificiale e modifica i regolamenti (CE) n. 300/2008, (UE) n. 167/2013, (UE) n. 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 e (UE) 2019/2144 e le direttive 2014/90/UE, (UE) 2016/797 e (UE) 2020/1828, [Regolamento sull'intelligenza artificiale](#)), il quale – pur non facendo esplicito riferimento al settore spaziale – potrebbe comunque trovare applicazione anche in relazione ai sistemi spaziali basati sull'IA laddove l'interpretazione dell'atto dovesse farli rientrare tra le cosiddette attività ad alto rischio. Qualora ciò avvenisse, le implicazioni si manifesterebbero su più livelli, in particolare per gli Stati membri dell'UE che sarebbero pertanto tenuti ad adeguare le proprie normative

nazionali e i relativi regimi di autorizzazione per l'esercizio delle loro attività spaziali alla nuova normativa europea.

4. *L'impiego degli attuali sistemi di LA nello spazio richiedono una regolamentazione di settore?*

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nelle attività spaziali apre la strada a numerose opportunità ma solleva, al contempo, una serie di interrogativi giuridici di non trascurabile rilievo. Molti dei problemi evidenziati non sono propri del settore spaziale in quanto tale, bensì riflettono esigenze più ampie, comuni ad altri ambiti di applicazione dell'IA, che dovranno essere affrontate nei rispettivi contesti regolatori e operativi. Tuttavia, le attività spaziali presentano delle loro specificità, in termini non solo tecnico-operativi ma anche giuridici, che un domani potrebbero richiedere l'elaborazione di una normativa di settore.

Non si può dunque escludere che in futuro si apra una riflessione più strutturata in seno al COPUOS, ad esempio attraverso l'istituzione di un gruppo di lavoro dedicato che potrebbe portare all'adozione di strumenti giuridici non vincolanti che affrontino l'utilizzo dell'IA nello spazio. Va però riconosciuto che la comunità spaziale internazionale si sta confrontando con sfide significative nel promuovere l'adozione condivisa di nuovi strumenti giuridici, indipendentemente dalla loro natura vincolante. In alternativa, dunque, l'intelligenza artificiale potrebbe essere trattata da un gruppo di lavoro simile a quello che ha adottato i *Building Blocks* per lo sviluppo di un quadro internazionale sulle attività relative alle risorse naturali dello spazio ([Gruppo di Lavoro Internazionale sulla Regolamentazione delle Risorse Spaziali dell'Aia](#)) oppure, come elemento trasversale, nell'ambito di quadri giuridici più ampi come quelli in materia di traffico spaziale o servizi in orbita.

Ad ogni modo, allo stato attuale le priorità giuridiche della comunità spaziale internazionale paiono orientarsi verso ambiti considerati di più immediata urgenza. In questo contesto, il contributo degli organismi internazionali di standardizzazione, come l'ISO, assume particolare rilevanza: attraverso l'elaborazione di norme tecniche, pur prive di carattere vincolante, essi possono promuovere un uso responsabile, coerente e interoperabile dei sistemi di IA nello spazio. Infine, qualora in futuro si manifestasse l'esigenza di un intervento normativo più strutturato, oltre lo sviluppo di *standard* tecnici, le legislazioni spaziali nazionali potrebbero costituire ancora una volta uno strumento significativo di evoluzione giuridica, come già si osserva in altre aree chiave del diritto delle attività spaziali.

MARIA VITTORIA PREST