

LA RESPONSABILITÀ PER I DANNI CAUSATI DA DETRITI SPAZIALI TRA DIRITTO INTERNAZIONALE E CATEGORIE NAVIGAZIONISTICHE

Liability for Space Debris Damage: An Analysis through International Law and Maritime Law Frameworks

SERGIO NAPOLITANO

Abstract: Il saggio esamina la responsabilità per i danni causati dai detriti spaziali muovendo dalla riconducibilità del detrito alla nozione di «oggetto spaziale» e dal regime degli artt. VI e VII del Trattato sullo spazio del 1967 e della Convenzione del 1972, del quale evidenzia la matrice navigazionistica e i limiti di effettività (identificazione dei frammenti, colpa senza parametri, danno ambientale, debolezza procedurale). Sostiene quindi che le categorie del diritto della navigazione - la disciplina dei relitti e della loro rimozione secondo la Convenzione di Nairobi del 2007, l'assicurazione obbligatoria con azione diretta, l'evoluzione dei servizi di controllo del traffico, il *Port State Control* quale reazione alle bandiere di comodo - offrano un repertorio di soluzioni trapiantabili nel diritto dello spazio, come conferma lo statuto di responsabilità dell'operatore delineato dalla legge 13 giugno 2025, n. 89, e come suggerisce la proposta di *EU Space Act*.

Parole chiave: detriti spaziali, diritto della navigazione, navigazione spaziale, *EU Space Act*.

Abstract: The essay examines liability for damage caused by space debris, starting from the inclusion of debris within the notion of "space object" and from the regime of Articles VI and VII of the 1967 Outer Space Treaty and the 1972 Liability Convention, highlighting its maritime and aviation law matrix and its shortcomings (identification of fragments, fault without standards, environmental damage, procedural weakness). It then argues that the categories of navigation law - wreck removal under the 2007 Nairobi Convention, compulsory insurance with direct action, the evolution of traffic control services, Port State Control as a reaction to flags of convenience - provide a repertoire of solutions that can be transplanted into space law, as confirmed by the operator liability regime of Italian Law No. 89 of 13 June 2025 and by the proposed *EU Space Act*.

Key words: space debris, maritime law, space law, *EU Space Act*

SOMMARIO: 1. Premessa: l'affollamento orbitale e l'emersione del problema dei detriti spaziali. - 2. La nozione di detrito spaziale e la sua riconducibilità alla nozione di «oggetto spaziale». - 3. Il regime internazionale della responsabilità: il Trattato sullo spazio, la Convenzione sulla responsabilità spaziale e la Convenzione di registrazione. - 4. La responsabilità dello Stato di lancio per i danni verificatisi nello spazio extra-atmosferico. - 5. L'unitarietà del diritto della navigazione e la navigazione spaziale. - 6. Le risposte interne ed europee: la legge 13 giugno 2025, n. 89 e la proposta di *EU Space Act*. - 7. Prospettive *de iure condendo*: rimozione attiva, garanzie finanziarie, generazioni future. - 8. Conclusioni.

1. Premessa: l'affollamento orbitale e l'emersione del problema dei detriti spaziali

La progressiva intensificazione delle attività umane nello spazio extra-atmosferico sta determinando una trasformazione strutturale del rischio connesso all'utilizzazione delle orbite terrestri. Alla tradizionale dimensione del rischio di lancio e di rientro si affianca, con crescente rilevanza, quella derivante dalla presenza di un numero sempre maggiore di oggetti artificiali non più funzionali, di frammenti e componenti residuali di missioni spaziali. I detriti spaziali costituiscono, sotto questo profilo, non soltanto una minaccia per la sicurezza delle operazioni in orbita, ma anche una delle più significative sfide che il diritto dello spazio è chiamato ad affrontare nell'attuale fase di progressiva commercializzazione e privatizzazione delle attività spaziali. La peculiarità del fenomeno risiede nella sua dimensione essenzialmente intertemporale e transnazionale. L'oggetto che determina il danno può essere stato immesso in orbita molti anni prima dell'evento lesivo; può avere cessato da tempo ogni funzione operativa; può essere divenuto incontrollabile ovvero essersi trasformato in un frammento di altro oggetto a seguito di una collisione. La condotta originariamente produttiva del rischio e il danno possono pertanto risultare separati da una significativa distanza temporale, mentre l'evento lesivo può coinvolgere soggetti appartenenti a ordinamenti differenti e interessi economici localizzati ben oltre lo Stato di lancio. Nel corso degli ultimi decenni, l'intensificarsi delle attività spaziali ha determinato un progressivo affollamento delle orbite terrestri, rendendo sempre più evidente la rilevanza del fenomeno dei detriti spaziali e spiegando l'attenzione ad esso dedicata dalla dottrina. La popolazione degli oggetti presenti in orbita è infatti costituita solo in parte da satelliti e altri carichi utili ancora operativi, mentre una componente sempre più consistente è rappresentata da frammenti, stadi di lancio, componenti e altri oggetti non più funzionali, molti dei quali, anche di dimensioni ridotte, possono provocare danni gravissimi a causa delle elevate velocità orbitali.

Si è osservato, in particolare, che solo una frazione minoritaria degli oggetti catalogati risulta ancora funzionante¹, a conferma di come l'ambiente orbitale sia progressivamente divenuto uno spazio nel quale gli oggetti non più utilizzati costituiscono una componente strutturale del traffico spaziale. Il problema non è, peraltro, riconducibile alla sola quantità di oggetti attualmente presenti, poiché la popolazione dei detriti tende ad alimentarsi attraverso un processo di progressiva frammentazione. Già nel 1978 Donald Kessler e Burton Cour-Palais evidenziarono come le collisioni tra oggetti artificiali potessero innescare una vera e propria reazione a catena: ogni collisione genera nuovi frammenti, che aumentano a loro volta la probabilità di ulteriori collisioni, determinando un incremento progressivo della popolazione orbitale dei detriti, secondo quella che è divenuta nota come sindrome di Kessler². Il rischio, pertanto, non consiste soltanto nella crescente presenza di oggetti potenzialmente pericolosi, ma nella possibilità che il fenomeno assuma una dinamica autoalimentante, fino a compromettere progressivamente la sicurezza e, nel lungo periodo, la stessa fruibilità delle orbite terrestri. La collisione orbitale non si presenta necessariamente come il risultato immediato e isolabile della condotta di un singolo soggetto. Essa può costituire l'esito di una sequenza causale complessa, nella quale concorrono

¹ L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 47 ss., ivi 48.

² D.J. KESSLER, B.G. COUR-PALAIS, *Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt*, in *Journal of Geophysical Research*, 1978, 2637 ss. Sul fenomeno v. L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale*, cit., 51, che lo descrive come «un fenomeno di reazione a catena in cui ogni collisione aggiuntiva aumenta in modo esponenziale il numero di frammenti nell'orbita terrestre»; nonché C. CAMPODONICO, *La due diligence degli Stati nello spazio extra-atmosferico: alcune prime sfide della nuova era spaziale poste da attori privati*, in *La Nuova Giuridica - Florence Law Review*, 2024, 1, 167 ss., ivi 181.

la progettazione dell'oggetto, le modalità della sua gestione, la mancata adozione di misure di mitigazione, la cessazione del controllo operativo, la permanenza dell'oggetto in orbita e, infine, l'interazione con altri corpi artificiali. In simili circostanze, la tradizionale alternativa tra responsabilità oggettiva e responsabilità per colpa rischia di non cogliere adeguatamente la specificità del rischio orbitale. A ciò si aggiunge una difficoltà propriamente probatoria. La responsabilità prevista per i danni verificatisi nello spazio presuppone la dimostrazione della colpa dello Stato di lancio; ma l'accertamento della condotta colposa può risultare particolarmente complesso quando l'oggetto responsabile sia un detrito non più controllabile o quando la sua origine non sia immediatamente identificabile o, ancora, quando il danno costituisca il prodotto di una pluralità di fattori causalmente concorrenti. Ne deriva una tensione tra, da un lato, la necessità di evitare che l'imputazione della responsabilità si trasformi in una forma indiscriminata di responsabilità oggettiva e, dall'altro, l'esigenza di impedire che l'incertezza scientifica e probatoria si traduca sistematicamente nell'impossibilità di ottenere tutela. La questione impone, pertanto, di interrogarsi sul significato stesso della colpa nell'ambito delle attività spaziali. Più che essere ricondotta a un atteggiamento soggettivo dell'autore dell'illecito, essa sembra destinata a essere valutata alla luce di un parametro oggettivo di condotta, nel quale assumono rilievo gli obblighi di prevenzione, monitoraggio e mitigazione del rischio. In tale prospettiva, il principio della *due diligence* può rappresentare la chiave interpretativa attraverso la quale ricostruire il contenuto della responsabilità per i danni prodotti in orbita: non soltanto verificando chi abbia materialmente provocato la collisione, ma accertando se lo Stato e l'operatore abbiano adottato, tenuto conto delle conoscenze scientifiche e degli *standard* tecnici disponibili, le misure ragionevolmente esigibili per evitare la creazione o l'aggravamento del rischio. Il problema dei detriti induce così a spostare il baricentro della disciplina dall'evento lesivo alla condotta preventiva. Le regole internazionali sulla sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali, gli *standard* tecnici relativi alla mitigazione dei detriti e le pratiche concernenti il fine vita degli oggetti possono assumere, pur nella loro diversa natura normativa, una funzione crescente nella determinazione dello *standard* di diligenza richiesto agli operatori e agli Stati di riferimento. La distinzione tra *hard law* e *soft law*, in questo settore, non esaurisce pertanto la questione della rilevanza giuridica degli *standard* di condotta: questi ultimi possono concorrere, almeno sul piano interpretativo e probatorio, alla concretizzazione di obblighi di diligenza già desumibili dal diritto internazionale. La rilevanza del fenomeno non si esaurisce peraltro nel dato quantitativo, giacché il rischio connesso ai detriti si è ormai tradotto in eventi dannosi concreti in entrambe le proiezioni che il regime della responsabilità tiene distinte. Nell'ambiente orbitale, la popolazione dei frammenti risulta accresciuta tanto da collisioni accidentali fra oggetti spaziali³ quanto da distruzioni intenzionali connesse alla sperimentazione di armi antisatellite⁴; sulla superficie terrestre, alla ricaduta di componenti di veicoli

³ Il riferimento è alla collisione, verificatasi nel 2009, fra il satellite commerciale statunitense Iridium 33 e il satellite militare russo dismesso Cosmos 2251 - prima collisione accidentale fra due satelliti integri, dalla quale sono derivati circa duemila frammenti catalogabili. Sull'incidente, e sulla circostanza, gravida di implicazioni sistematiche, che il satellite Iridium 33 non risultava immatricolato da alcuno degli Stati di lancio, si che difettava di una base giuridica per poter stabilire a chi spettasse fornire le istruzioni di posizionamento, che avrebbero evitato l'impatto.

⁴ I test di armi antisatellite condotti dalla Cina nel 2007 sul satellite Fengyun-1C e dalla Russia nel novembre 2021 sul Cosmos 1408 hanno immesso in orbita, rispettivamente, oltre centocinquantamila e più di mille detriti tracciabili. Sul test cinese v. R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, Roma, 2011, 40; sul test russo del 15 novembre 2021 e sui precedenti statunitense (2008) e indiano (2019) v. D. MAURI, *Attività di impiego e di testing di armi anti-satellite e diritto internazionale*, in *Riv. dir. nav.*, 2022, 635 ss., ivi 635 s.; sulla stima dei frammenti prodotti dal test cinese v. C. CAMPODONICO, *La due diligence degli stati nello spazio extra-atmosferico: alcune prime sfide della nuova era spaziale poste da attori privati*, in *La Nuova*

spaziali su territori soggetti a sovranità⁵ hanno fatto seguito, in tempi recenti, le prime pretese risarcitorie avanzate da privati per danni cagionati da frammenti in rientro⁶, mentre si moltiplicano i rientri incontrollati rimasti, sinora, privi di conseguenze dannose alla persona⁷. Assume peraltro rilievo la circostanza che, a fronte di tale casistica, un caso di formale invocazione della Convenzione sulla responsabilità internazionale per danni causati da oggetti spaziali del 1972 risalga al gennaio 1978: la divaricazione fra la frequenza degli eventi potenzialmente dannosi e la rarità della loro traduzione contenziosa costituisce, già di per sé, un primo indice della scarsa effettività del regime. Alle trasformazioni dell'ambiente orbitale corrisponde, sul piano soggettivo, una modificazione della struttura del settore destinata a riflettersi direttamente sull'operatività del regime di responsabilità. La c.d. *new space economy* ha infatti spostato il baricentro delle attività spaziali dagli Stati agli operatori privati, moltiplicando i lanci e determinando l'avvento delle mega-costellazioni⁸. La dottrina pubblicistica ha descritto tale assetto nei termini di un «capitalismo stellare», nel quale le grandi imprese tecnologiche operano «oltre e sopra gli Stati»⁹, rilevando che l'assenza di un quadro regolatorio delle orbite basse ha consentito «una sorta di *land grabbing* spaziale»¹⁰. L'obiettivo non è soltanto verificare l'applicabilità delle vigenti regole internazionali alle ipotesi di danno da detrito spaziale, ma interrogarsi sulla loro adeguatezza rispetto alla struttura contemporanea del rischio orbitale. L'analisi muoverà, pertanto, dalla ricostruzione del regime internazionale della responsabilità per gli oggetti spaziali, per soffermarsi successivamente sulla nozione di colpa, sul problema dell'imputazione causale e sulla rilevanza degli obblighi di mitigazione dei detriti.

La tesi che si intende sostenere è che la progressiva proliferazione dei detriti spaziali renda insufficiente un modello di responsabilità esclusivamente *event-based*, costruito intorno alla successiva imputazione del danno a un determinato oggetto spaziale. La peculiarità del rischio orbitale richiede, invece, l'affermazione di un modello nel quale la responsabilità sia valutata anche alla luce dell'intero ciclo di vita dell'oggetto e della condotta preventiva dell'operatore. In altri termini, la sostenibilità

giuridica, 2024, 181.

⁵ Il riferimento è anzitutto alla disintegrazione, nel gennaio 1978, del satellite sovietico Cosmos 954, munito di reattore nucleare, sul territorio nordoccidentale del Canada. Sul carattere di caso unico v. S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, in *Riv. dir. int.*, 2018, 205 ss., ivi 207.

⁶ L'8 marzo 2024 un frammento di un pallet di batterie rilasciato dalla Stazione spaziale internazionale ha perforato il tetto di un'abitazione a Naples, in Florida, dando origine alla prima richiesta risarcitoria presentata alla NASA per danni da caduta di detriti. L'agenzia ha accertato che l'oggetto - un sostegno in lega metallica di circa 700 grammi - costituiva un residuo del pallet di batterie EP-9, sganciato dalla Stazione spaziale internazionale nel marzo 2021 nel presupposto, rivelatosi erroneo, di una completa disintegrazione nel rientro.

⁷ L'anello metallico, di circa 500 kg e 2,5 metri di diametro, presumibilmente parte di un lanciatore, è caduto il 30 dicembre 2024 nel villaggio di Mukuku, in Kenya; i serbatoi di uno stadio superiore di un Falcon 9 sono stati rinvenuti nel febbraio 2025 nei pressi di Poznań, in Polonia; nel maggio 2025 è rientrata in atmosfera, dopo cinquantatré anni, la sonda sovietica Kosmos 482.

⁸ Il riferimento è alla costellazione Starlink di SpaceX, che ad agosto 2026 conta circa 10.900 satelliti in orbita, su oltre 12.600 lanciati dal 2019. Sul ruolo della *New Space Economy* cfr. *ex multis* SIOI, *Alla conquista dell'Ottavo continente: lo Spazio*, in *Riv. Trim. Soc. It.org. inter.*, Quaderni "La comunità internazionale", 21, 2021, 437.

⁹ A. SANDULLI, A. CAPURSO, *Dare ordine giuridico all'ignoto: le coordinate giuspubblicistiche dell'Outer Space*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 5 ss., ivi 8.

¹⁰ A. SANDULLI, *Poteri pubblici e privati nel diritto dello Spazio: verso una Compagnia delle Indie oltre la linea di Kármán?*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 135 ss., ivi 143. Nello stesso senso, sul rischio che lo spazio divenga «di esclusivo dominio di quelle aziende private che riusciranno ... a raggiungere per prime un know how capace di escludere dal mercato tutti gli altri competitor», B. MAZZOLAI, *A chi appartiene lo Spazio?*, in *AmbienteDiritto.it*, 2022, 1, 42 ss., ivi 47.

dell'ambiente orbitale tende a trasformarsi da obiettivo eminentemente tecnico e politico in parametro giuridico della diligenza esigibile¹¹. La questione dei detriti spaziali diviene così, in ultima analisi, un banco di prova per la capacità del diritto dello spazio di evolvere da un sistema prevalentemente orientato alla riparazione del danno a un sistema nel quale prevenzione, tracciabilità, mitigazione e allocazione del rischio assumano una funzione centrale. È in questa prospettiva che deve essere valutata anche la persistente centralità dello Stato nel diritto internazionale dello spazio: non più soltanto quale soggetto al quale imputare, in ultima istanza, il danno causato dall'oggetto spaziale, ma quale garante della sostenibilità delle attività poste sotto la propria giurisdizione e controllo. In tale contesto si giustifica l'esame del fenomeno alla stregua delle categorie del diritto della navigazione. La disciplina internazionale della responsabilità per i danni causati da oggetti spaziali si è invero formata sugli schemi elaborati per la navigazione marittima e aerea, dei quali riproduce la struttura fondamentale, articolata sulla responsabilità oggettiva per i danni ai terzi sulla superficie e sulla responsabilità per colpa nei rapporti fra esercenti; la medesima esperienza ha inoltre espresso, in ragione della funzione di «banco di prova e fucina dell'ordinamento» che le è stata riconosciuta¹², istituti - dalla disciplina dei relitti e della loro rimozione all'assicurazione obbligatoria assistita da azione diretta, dai servizi di assistenza e di controllo del traffico ai correttivi apprestati contro l'inaffidabilità dello Stato di registrazione - dei quali il diritto dello spazio è a tutt'oggi sprovvisto. La verifica dell'attitudine di tali categorie a concorrere alla soluzione del problema dei danni da detriti postula, in via preliminare, l'inquadramento del detrito nelle nozioni fondamentali della materia.

2. La nozione di detrito spaziale e la sua riconducibilità alla nozione di «oggetto spaziale»

Dal primo lancio in orbita, avvenuto nel 1957, il numero di oggetti artificiali presenti nello spazio è aumentato progressivamente, determinando la crescente occupazione delle orbite terrestri da parte non solo di satelliti operativi, ma anche di satelliti non più funzionanti, stadi di razzi esauriti e frammenti generati dalla disintegrazione di tali oggetti. La presenza e la progressiva proliferazione dei detriti spaziali costituiscono una seria minaccia per l'umanità, le infrastrutture spaziali e l'ambiente terrestre. Questi detriti, infatti, aumentano significativamente il rischio di collisioni con satelliti operativi e veicoli spaziali, che possono provocare conseguenze potenzialmente catastrofiche e compromettere servizi essenziali, quali le comunicazioni, la navigazione e l'osservazione della Terra. Inoltre, il rientro incontrollato nell'atmosfera di tali oggetti può comportare ulteriori rischi per la popolazione e per l'ambiente, a causa della loro disintegrazione e della conseguente vaporizzazione dei materiali durante il rientro atmosferico¹³.

¹¹ In merito alla necessità di regolare le attività spaziali in un'ottica di sostenibilità si rinvia a chi ritiene che “un uso consapevole dello spazio e un esercizio delle attività spaziali che tenga conto delle generazioni future consente una maggiore consapevolezza circa le conseguenze derivanti dal rilascio, ad esempio, di satelliti destinati ad avere un ciclo di vita limitato” cfr. L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, in *Dir. cost. Rivista costituzionale*, 1, 2026, 50.

¹² Cfr. M.M. COMENALE PINTO, *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale. Nihil novi sub soli et supra mare?*, in *Riv. dir. nav.*, 2020, 793 ss.; A. ANTONINI, *L'autonomia del diritto della navigazione, banco di prova e fucina dell'ordinamento giuridico*, in *Studi in onore di Umberto Leanza*, III, Napoli, 2008; G. ROMANELLI, *Diritto aereo, diritto della navigazione e diritto dei trasporti*, in *Riv. Trim. dir. proc. civ.*, 1975, 1331.

¹³ Cfr. L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 50; G. ROASIO, *L'ambiente orbitale Terrestre e il problema dei detriti: nuove frontiere per il diritto ambientale*, in *Dir. pub. comp. eur.*, 4, 2024, 926; E. TATÌ, *L'innovation procurement nel settore spaziale:*

L'inquadramento della nozione di detrito spaziale, in via preliminare, il silenzio delle fonti pattizie. Nessuno dei trattati che compongono il *corpus iuris spatialis* menziona infatti i detriti spaziali: il Trattato sui principi che governano le attività degli Stati in materia di esplorazione e utilizzazione dello spazio extra-atmosferico del 27 gennaio 1967 (di seguito: Trattato sullo spazio) dedica alla protezione dell'ambiente cosmico «una sola frase contenuta nell'art. IX»¹⁴, e la dottrina ha da tempo rilevato che «del pericolo del *debris* si è presa coscienza relativamente tardi. I trattati non ne fanno cenno, anzi dedicano scarsa attenzione al tema dell'inquinamento»¹⁵. La determinazione della nozione risulta perciò affidata a strumenti di *soft law* e, in particolare, alle *Space Debris Mitigation Policy for Agency Projects dell'European Space Agency (ESA)* del 2014 secondo le quali sono detriti spaziali «tutti gli oggetti di origine umana, compresi i loro frammenti ed elementi, in orbita terrestre o in rientro nell'atmosfera, che non sono funzionali»¹⁶. La nozione si fonda, come è agevole rilevare, sul concorso di un requisito di origine, rappresentato dalla provenienza dell'oggetto dall'attività umana, e di un requisito funzionale, costituito dalla sopravvenuta inidoneità dell'oggetto ad assolvere la funzione cui era destinato: requisito, quest'ultimo, sufficientemente ampio da abbracciare tanto il veicolo integro ma non più operativo, quale il satellite disattivato o lo stadio superiore del lanciatore abbandonato in orbita, quanto i frammenti prodotti da esplosioni, da collisioni o da distruzioni intenzionali, sino alle particelle di dimensioni minime¹⁷. Il criterio della funzionalità non è peraltro esente da ambiguità, ove si consideri che l'oggetto non funzionale potrebbe recuperare l'attitudine alla funzione per effetto di una riparazione e che il valore residuo dei materiali recuperabili mal si concilia con la degradazione dell'oggetto a mero rifiuto¹⁸.

l'outer space law alla prova della new space economy, in *Munus*, 1, 2024, 62.

¹⁴ S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro* in *Riv. dir. int.*, 2018, 208, che annovera la gestione dei detriti fra le «vistose lacune» del Trattato, insieme alla collocazione di armamenti convenzionali e alla protezione dell'ambiente cosmico.

¹⁵ M. PEDRAZZI, *Spazio*, in *Diritto on line*, Roma, 2013. Analogamente ID., *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Quaderni di Relazioni Internazionali*, 2008, 8, 46 ss., ivi 53: «è noto quanto i trattati vigenti siano inadeguati a fronteggiare il problema dell'inquinamento da debris, dal momento che non contengono alcuna norma specifica sull'argomento».

¹⁶ Una definizione normativa è contenuta, nell'ordinamento dell'Unione, nell'art. 2, n. 4, reg. (UE) 2021/696 che definisce i detriti spaziali come «qualsiasi oggetto spaziale, compresi i veicoli spaziali o i frammenti ed elementi di questi ultimi, nell'orbita Terrestre o che rientrano nell'atmosfera Terrestre, che non sono funzionali o non hanno più alcuna finalità specifica, comprese le parti di razzi o di satelliti artificiali inattivi». Sulla proposta della Commissione Europea del 25 giugno 2025 volta a rendere il settore spaziale europeo più pulito e sicuro si rinvia a L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale*, cit., 55.

¹⁷ Per la classificazione in *Inactive payloads, operational debris, fragmentation debris e microparticulate matter* v. L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale*, cit., 50, nota 10; per la descrizione dei detriti come «satelliti ormai non più operativi e ... vari materiali o frammenti rilasciati dalle missioni spaziali o risultanti dalla disintegrazione di oggetti spaziali» v. M. PEDRAZZI, *Spazio*, in *Diritto on line*, Roma, 2013. Vi rientrano, tra l'altro, satelliti non più operativi, stadi esauriti di lanciatori, componenti separatisi durante le operazioni spaziali, frammenti derivanti da esplosioni e collisioni, nonché altri elementi artificiali la cui permanenza in orbita sia suscettibile di determinare un rischio per le successive attività spaziali. I detriti spaziali incrementano significativamente il rischio di collisioni, che possono a loro volta determinare la produzione di nuovi frammenti e, quindi, un ulteriore aumento della quantità di detriti presenti nelle orbite terrestri. Questo fenomeno è noto come effetto Kessler e consiste in una sorta di reazione a catena, nella quale le collisioni tra oggetti spaziali generano nuovi detriti, aumentando progressivamente la probabilità di ulteriori collisioni e provocando una crescita potenzialmente esponenziale dei frammenti in orbita.

¹⁸ L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale*, cit., 57, che ne trae argomento per prospettare l'applicazione ai detriti delle categorie del diritto dei rifiuti, ivi compresa la nozione di *end of waste* (art. 6 dir. 2008/98/CE; art. 184-ter d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152), nella prospettiva di una «economia spaziale circolare».

Sebbene il principio dello sviluppo sostenibile sia espressamente richiamato esclusivamente dall'art. 24 della Legge 13 giugno 2025, n. 89, recante Disposizioni in materia di economia dello spazio, i riferimenti alla gestione e alla mitigazione dei detriti spaziali sono contenuti in diverse disposizioni della legge. In particolare, l'art. 5 stabilisce che l'autorizzazione allo svolgimento delle attività spaziali è subordinata al possesso di specifici requisiti di idoneità tecnica, tra i quali rientrano le misure finalizzate alla mitigazione dei detriti spaziali. Inoltre, l'art. 11, comma 3, prevede che l'Autorità di vigilanza operi quale referente del Servizio nazionale di protezione civile, fornendo al Comitato operativo nazionale le informazioni necessarie ai fini del monitoraggio dei rientri previsti di detriti spaziali.

Ai fini della disciplina della responsabilità, peraltro, la questione decisiva non attiene tanto alla definizione del detrito in sé, quanto alla sua riconducibilità alla nozione di «oggetto spaziale», sulla quale l'intero regime riposa. La Convenzione sulla responsabilità internazionale per i danni causati da oggetti spaziali, aperta alla firma a Londra, Mosca e Washington il 29 marzo 1972 (di seguito: Convenzione del 1972), si limita infatti a precisare, all'art. I, lett. d), che l'espressione «oggetto spaziale» comprende le parti componenti dell'oggetto, il veicolo di lancio e le sue parti, senza offrire una definizione sostanziale¹⁹. La dottrina largamente prevalente ritiene tuttavia che la nozione comprenda tutti gli oggetti lanciati dall'uomo nello spazio²⁰ e che un'interpretazione sistemica dei testi consenta «di non limitare la nozione ai satelliti o ai veicoli spaziali in funzione e di estenderla ai detriti spaziali risultanti da tali oggetti»²¹; nel medesimo senso depone il rilievo che la Convenzione non attribuisce alcuna rilevanza alla dimensione dell'oggetto, con la conseguenza che la nozione è idonea a comprendere anche i microdetriti generati da collisioni a cascata²². La soluzione estensiva appare, d'altronde, imposta da un'interpretazione teleologicamente orientata: posto che la Convenzione persegue l'obiettivo di garantire nel modo più ampio possibile la riparazione a favore delle «vittime innocenti» delle attività spaziali²³, una delimitazione della nozione di oggetto spaziale ai soli veicoli funzionanti sottrarrebbe al regime convenzionale la categoria di eventi dannosi statisticamente prevalente, riconnettendo alla cessazione della vita operativa dell'oggetto - vicenda meramente fattuale, inidonea a incidere sull'imputazione - l'effetto di esonerare lo Stato di lancio da responsabilità, con l'ulteriore conseguenza, sistematicamente inaccettabile, di riservare un trattamento più favorevole allo Stato che abbia omissso di provvedere alla dismissione controllata dei propri oggetti. Dalla qualificazione del detrito come oggetto spaziale discende inoltre una conseguenza di sistema che

¹⁹ Sull'assenza di una definizione sostanziale e sulla zona grigia che ne deriva v. R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza*, in 2011, Roma, 182, la quale osserva che «resta da chiarire se un detrito spaziale debba essere considerato propriamente un oggetto spaziale».

²⁰ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Strategie dello spazio*, Milano, 2008, 46 secondo il quale i danni rilevanti sono quelli causati «da oggetti spaziali (non sono definiti, ma si tratta di tutti gli oggetti lanciati dall'uomo nello spazio)».

²¹ M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la «responsabilisation» des activités spatiales*, in *Revue juridique de l'environnement*, 2025, 1, 85 ss., ivi 94 (trad. nostra); ivi, 89, il rilievo per cui lo Stato di lancio risponde del danno causato dall'oggetto spaziale «y compris les débris», con richiamo alla dottrina del *Cologne Commentary*.

²² L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale*, cit., 52, la quale precisa che la Convenzione esclude soltanto le entità non tangibili, quali onde elettromagnetiche e laser; ivi, 57, nota. 35, l'avvertenza che la qualificazione dei debris come oggetti spaziali comporterebbe la responsabilità degli Stati anche per le collisioni a cascata da essi innescate.

²³ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Strategie dello spazio*, cit., 46, «la Convenzione persegue chiaramente l'obiettivo di garantire nel modo più ampio possibile la riparazione a favore delle «vittime innocenti» di danni causati dalle attività spaziali».

conviene sin d'ora evidenziare: poiché, ai sensi dell'art. VIII del Trattato sullo spazio, lo Stato di immatricolazione conserva giurisdizione e controllo sull'oggetto lanciato e la proprietà «non è modificata dal ... passaggio nello spazio o dal ... ritorno sulla Terra», il detrito non costituisce *res derelicta* suscettibile di appropriazione o di rimozione da parte di chiunque, ma permane sotto la signoria, ormai soltanto formale, dello Stato di registrazione²⁴.

A conforto della ricostruzione accolta milita, sul piano sistematico, il raffronto con la disciplina navigazionistica del relitto, che del regime dell'oggetto divenuto inidoneo alla propria funzione costituisce la più risalente elaborazione positiva. La questione affrontata dal diritto marittimo è strutturalmente omologa, avendo ad oggetto il bene che, perduta l'attitudine alla navigazione, permane nell'ambiente quale fonte di pericolo: la Convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 sulla rimozione dei relitti definisce *wreck* la nave affondata o incagliata a seguito di un sinistro marittimo, ogni sua parte e ogni oggetto che si trovava a bordo, ivi compreso ciò che dalla nave si sia separato²⁵, secondo una struttura definitoria corrispondente a quella dell'oggetto spaziale comprensivo delle sue parti componenti e dei suoi frammenti. Il rapporto fra satellite dismesso e oggetto spaziale riproduce pertanto, nei suoi elementi essenziali, quello fra relitto e nave: corrispondenza che non ha valore meramente descrittivo, ma costituisce il fondamento sistematico sul quale può poggiare l'estensione al detrito orbitale delle soluzioni normative elaborate per il relitto della navigazione.

3. Il regime internazionale della responsabilità: il Trattato sullo spazio, la Convenzione sulla responsabilità spaziale e la Convenzione di registrazione

La disciplina della responsabilità per i danni causati da oggetti spaziali si colloca all'interno di un sistema normativo elaborato principalmente nel primo decennio dell'era spaziale e successivamente integrato da strumenti convenzionali e principi di carattere non vincolante. Il nucleo fondamentale di tale sistema è costituito dal *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, adottato nel 1967, (cd. Trattato sullo spazio), dalla *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, del 1972, (cd. Convenzione sulla responsabilità spaziale) e dalla *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space*, del 1975 (cd. Convenzione di Registrazione). A tali strumenti devono aggiungersi le regole di diritto internazionale generale applicabili in materia di responsabilità degli Stati, nonché le successive elaborazioni relative alla sostenibilità a lungo termine delle attività spaziali. La struttura del sistema riflette una precisa scelta di politica legislativa internazionale: la centralità dello Stato quale soggetto di imputazione della responsabilità derivante dalle attività spaziali, anche quando queste siano materialmente esercitate da soggetti privati. Tale impostazione, concepita in un'epoca nella quale le attività spaziali erano prevalentemente riconducibili agli apparati pubblici delle potenze spaziali, conserva tuttora un ruolo centrale, ma presenta crescenti difficoltà applicative a fronte della progressiva privatizzazione e commercializzazione del settore. La dottrina considera due disposizioni del Trattato del 1967 quale cardine dell'intero sistema²⁶. La prima di tali disposizioni, l'art. VI, pone il

²⁴ Per il parallelo con la persistente immunità sovrana dei relitti delle navi da guerra, esclusi dall'ambito della Convenzione di Nairobi (art. 4, § 2); cfr. Inoltre M.M. COMENALE PINTO, *I relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, in *Riv. dir. nav.*, 2024, 503 ss.

²⁵ Sui relitti spaziali e per la dottrina francese cfr. E. DU PONTAVICE, *Les épaves maritimes, aériennes et spatiales en droit français*, Parigi, 1961.

principio, definito «assolutamente innovativo» rispetto al diritto internazionale generale²⁷, per cui gli Stati rispondono internazionalmente delle «attività nazionali» nello spazio, siano esse condotte da enti governativi o da soggetti non governativi, e sono tenuti ad assoggettare le attività dei privati ad autorizzazione e a sorveglianza continua da parte dello «Stato appropriato». La disposizione, che riflette il compromesso raggiunto negli anni della guerra fredda fra la posizione statunitense, favorevole all'iniziativa privata, e quella sovietica, orientata a riservare ogni attività agli Stati²⁸, produce l'effetto di attribuire allo Stato le attività spaziali private nazionali, così discostandosi in modo vistoso dalla regola generale di non attribuibilità allo Stato dei comportamenti dei privati codificata nel Progetto di articoli della Commissione del diritto internazionale del 2001²⁹ e configurando i privati operanti nello spazio, secondo una formula dottrinale, come veri e propri «organi di fatto» dello Stato³⁰. La norma svolge una funzione che va oltre la semplice individuazione del soggetto responsabile. Essa costituisce il fondamento della responsabilità dello Stato per le attività spaziali private, delineando una struttura nella quale la progressiva apertura del settore agli operatori non governativi non determina una corrispondente privatizzazione della responsabilità internazionale. L'attività dell'impresa spaziale rimane, sul piano internazionale, inserita nella sfera di responsabilità dello Stato che esercita la funzione di autorizzazione e supervisione accanto all'art. VI. L'art. VII dell' *Outer Space Treaty* introduce uno specifico criterio di responsabilità per i danni causati dagli oggetti spaziali. Lo Stato che lancia o procura il lancio di un oggetto, nonché lo Stato dal cui territorio o struttura l'oggetto viene lanciato, è internazionalmente responsabile per i danni cagionati dall'oggetto o dalle sue componenti ad altro Stato parte o alle persone fisiche o giuridiche di quest'ultimo, sulla Terra, nell'atmosfera o nello spazio extra-atmosferico. Deve inoltre ritenersi, secondo l'interpretazione preferibile, che le principali disposizioni del Trattato, ivi compreso l'art. VI, abbiano ormai acquisito natura consuetudinaria³¹. Se l'art. VI individua così nello Stato, quale che sia la natura del soggetto operante, il centro unitario di imputazione delle attività spaziali, l'art. VII ne disciplina le conseguenze sul piano risarcitorio, enunciando in termini generali la responsabilità dello Stato di lancio per i danni causati dall'oggetto spaziale, secondo quello che la dottrina ha definito «il regime speciale della responsabilità oggettiva»³². La norma, «assai

²⁶ Definisce l'art. VI «il vero cardine» del regime S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro* in *Riv. dir. int.*, 2018, 209 s., che vi riconduce, quali corollari, l'obbligo di autorizzazione e sorveglianza, l'obbligo di riparazione per gli illeciti, l'obbligo di risarcimento dei danni ex art. VII e l'esercizio di giurisdizione e controllo ex art. VIII.

²⁷ Cfr. M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Strategie dello spazio*, Milano, 2008, 48.

²⁸ Cfr. S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro* in *Riv. dir. int.*, 2018, 209.

²⁹ Cfr. S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, cit., 210: «l'assimilazione tra attività governative e non governative comporta che, ai sensi dell'OST, lo Stato risponde in toto per le attività dei privati, alla stessa stregua in cui risponde per le attività degli organismi pubblici». Sulla «divergenza radicale» rispetto al regime generale della responsabilità internazionale v. M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, cit., 48 ss.; per la qualificazione dell'art. VI come *lex specialis* che supera le difficoltà applicative del principio generale di *due diligence* in tema di responsabilità dello Stato per fatto di privati v. P. PUSTORINO, *Spazio extra-atmosferico e beni comuni nel diritto internazionale*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 24. Sui limiti dell'attribuzione allo Stato delle attività private svolte in regime di partenariato pubblico-privato v. A. CAPURSO, *Il partenariato pubblico-privato nel settore spaziale: riflessioni in tema di responsabilità internazionale*, in *Dir. cost.*, 2026, 149 ss.

³⁰ R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, cit., 178.

³¹ M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, in S. Zolea (a cura di), *Comparative Visions in Space Law*, Roma, 2024, 253 ss.

³² S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, cit., 209.

generica»³³, ha ricevuto specificazione nella Convenzione del 1972, della quale sono parti tutte le principali potenze spaziali e che l'Italia ha ratificato con la legge 5 maggio 1976, n. 426, dandovi successivamente attuazione con la legge 25 gennaio 1983, n. 23³⁴. La disposizione assume particolare rilevanza in materia di detriti spaziali. La permanenza dell'obbligo statale di supervisione anche nei confronti delle attività private implica, infatti, che la responsabilità dello Stato non possa essere valutata esclusivamente alla luce dell'evento dannoso finale, ma debba essere posta in relazione all'adeguatezza del sistema nazionale di autorizzazione, controllo e vigilanza. Il problema della responsabilità per i detriti si presenta pertanto, almeno in parte, come un problema di *governance* preventiva del rischio orbitale. È nella disciplina della Convenzione che la derivazione dagli schemi navigazionistici risulta, poi, più evidente. Il soggetto responsabile è individuato nello «Stato di lancio», qualifica che l'art. I, lett. c), riconosce, secondo criteri fra loro alternativi, tanto allo Stato che lancia o che fa lanciare l'oggetto quanto a quello dal cui territorio o dalle cui installazioni il lancio è effettuato³⁵; ove gli Stati di lancio siano più d'uno, essi rispondono in solido, salva la ripartizione interna dell'onere risarcitorio mediante accordo (art. V)³⁶. Il criterio di imputazione varia invece in ragione della localizzazione del danno³⁷ e la ragione della distinzione riproduce quella elaborata dal diritto della navigazione. Il terzo sulla superficie è estraneo all'attività pericolosa e non dispone di alcun mezzo per premunirsi contro il rischio, sicché la sua tutela richiede una responsabilità svincolata dalla colpa, secondo il modello della responsabilità per attività lecita dannosa che la Convenzione di Roma del 7 ottobre 1952 sui danni ai terzi sulla superficie ha accolto per la navigazione aerea e che gli artt. 965 ss. del codice della navigazione conoscono da epoca anteriore³⁸. Chi opera nello spazio, per contro, partecipa del medesimo rischio dell'autore del danno, di talché nei rapporti fra operatori la responsabilità torna a fondarsi sulla

³³ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, cit., 49.

³⁴ Sull'attuazione italiana v. M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, cit., 259.

³⁵ Il criterio territoriale è «apertamente preminente» per le attività private: M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, cit., 253 ss. La lacuna dei lanci effettuati da privati dall'alto mare o dallo spazio aereo internazionale (emblematico il caso della piattaforma Sea Launch) è colmata qualificando la nave o l'aeromobile come installazione dello Stato di registrazione, ovvero - in virtù del rinvio sistematico all'art. VI del Trattato - considerando Stato che «lancia» o «fa lanciare» lo Stato nazionale dell'operatore: M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, cit., 49.

³⁶ Sulla responsabilità solidale e sugli accordi di ripartizione v. M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, cit., 256 s.; sul danno «a catena» ex artt. IV e V cfr. R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, cit., 186 ss.

³⁷ Per i danni causati sulla superficie terrestre o ad aeromobili in volo la responsabilità è assoluta (art. II) e non soggetta ad alcun massimale, ammettendo esonero nella sola ipotesi di colpa grave o dolo del danneggiato (art. VI, § 1), esonero peraltro escluso quando il danno derivi da attività non conformi al diritto internazionale (art. VI, § 2) per i danni causati ad altri oggetti spaziali al di fuori della superficie terrestre la responsabilità è invece fondata sulla colpa (art. III) cfr. R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, cit., 183.

³⁸ Sulla responsabilità dell'esercente per i danni a terzi sulla superficie come archetipo della «responsabilità per attività lecita dannosa» v. G. ROMANELLI, richiamato da M.M. COMENALE PINTO, E.G. ROSAFIO, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, in *Dir. traspr.*, 2019, 367 ss., ivi 393; ivi, nt. 76, il rilievo di L. Tullio per cui tale responsabilità è «fondata sul rischio ... determinato dall'assunzione di un'attività genericamente lecita». Che sul piano del diritto interno «la disciplina del codice della navigazione avrebbe potuto coprire anche i danni prodotti da veicoli spaziali» è tesi dello stesso L. TULLIO, *Responsabilità per danni a terzi sulla superficie*, in *Enc. dir.*, XXXIX, Milano, 1988, 1420.

colpa, analogamente a quanto avviene nell'urto di navi secondo la Convenzione di Bruxelles del 23 settembre 1910 e gli artt. 482 ss. cod. nav., nonché nell'urto di aeromobili secondo l'art. 966 cod. nav. La matrice navigazionistica del sistema era stata del resto avvertita dalla dottrina fin dalla Dichiarazione di principi del 1963, che configurava l'impresa spaziale come attività «considerata oggettivamente pericolosa», con conseguente responsabilità internazionale e solidale degli Stati coinvolti, quale che fosse il soggetto - pubblico o privato - operante. L'art. VII costituisce il presupposto generale sul quale si innesta, pochi anni più tardi, la disciplina più dettagliata della *Liability Convention*. Esso presenta già due elementi destinati a diventare centrali nella materia dei detriti: da un lato, l'ampiezza della nozione di soggetto responsabile, che può comprendere più Stati in relazione al medesimo lancio; dall'altro, l'estensione spaziale della responsabilità, che non è limitata alla superficie terrestre ma comprende espressamente i danni verificatisi nello spazio extra-atmosferico. La *Liability Convention* del 1972 costituisce, pertanto, lo strumento convenzionale specificamente dedicato alla responsabilità per danni causati da oggetti spaziali. La sua funzione non è quella di sostituire il regime delineato dall'*Outer Space Treaty*, bensì di specificarne le condizioni di operatività, i criteri di imputazione e le modalità procedurali di presentazione delle pretese risarcitorie³⁹.

Alla disciplina della responsabilità si affianca quella della registrazione degli oggetti spaziali, introdotta dalla *Registration Convention* del 1975. Quest'ultima impone agli Stati di registro obblighi relativi alla comunicazione delle informazioni fondamentali sugli oggetti lanciati nello spazio e costituisce un elemento essenziale per assicurare l'identificazione dell'oggetto e il collegamento con lo Stato competente. L'UNOOSA mantiene il relativo Registro delle Nazioni Unite e l'indice degli oggetti lanciati nello spazio, che rappresentano strumenti centrali per la ricostruzione dell'identità e dello *status* degli oggetti registrati. La funzione della registrazione non deve essere pertanto considerata meramente amministrativa. Nel contesto dei detriti spaziali, l'identificazione dell'oggetto costituisce una condizione materiale della possibilità di attribuire responsabilità. Quanto più un oggetto diviene difficile da tracciare e quanto più si allontana temporalmente dalla sua missione originaria, tanto maggiore diviene la rilevanza delle informazioni relative alla sua origine, al suo Stato di registro, al lancio e alla sua evoluzione operativa. Il quadro convenzionale deve, infine, essere letto alla luce dell'evoluzione successiva del diritto internazionale dello spazio.

³⁹ Quanto alla nozione di danno, l'art. I, lett. a), della Convenzione contempla la morte, le lesioni personali e ogni altro pregiudizio alla salute, nonché la perdita o il danneggiamento di beni di Stati, di persone fisiche o giuridiche e di organizzazioni intergovernative. La definizione «pare occultare i pregiudizi all'ambiente» rilievo di particolare momento in materia di detriti, dove il pregiudizio tipico consiste precisamente nella contaminazione dell'ambiente orbitale e, nell'ipotesi di rientro, di porzioni di territorio. Su tale questione si è misurato l'unico precedente applicativo della Convenzione. A seguito della disintegrazione del Cosmos 954 sul proprio territorio nordoccidentale, il 24 gennaio 1978, il Canada - che aveva sostenuto ingenti costi per la localizzazione e il recupero dei frammenti, alcuni altamente radioattivi - presentò all'Unione Sovietica una richiesta di oltre sei milioni di dollari canadesi, fondata in particolare sulla Convenzione del 1972, argomentando in modo convincente che la contaminazione radioattiva di una vasta porzione di territorio, tale da renderla inutilizzabile, costituisce «danno ai beni» dello Stato, e commisurando la riparazione ai costi necessari per ristabilire la situazione che sarebbe esistita se il danno non si fosse verificato, nei termini dell'art. XII della Convenzione. La controversia fu definita con il Protocollo di Mosca del 2 aprile 1981, con cui l'URSS versò tre milioni di dollari canadesi - circa la metà della somma richiesta - «senza peraltro riconoscere formalmente la propria responsabilità ai sensi della Convenzione». Il precedente, per quanto isolato, conserva un rilievo che eccede il caso concreto: esso dimostra che la Convenzione può operare anche rispetto ai danni cagionati non dall'oggetto integro, bensì dai suoi frammenti, vale a dire da detriti. Cfr. M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Strategie dello spazio*, cit., 46

Le attività spaziali contemporanee sono caratterizzate da un grado di complessità tecnologica, commerciale e organizzativa assai maggiore rispetto a quello esistente al momento dell'adozione della *Liability Convention*. L'aumento del numero di operatori privati, la diffusione delle costellazioni satellitari e la crescente densità delle orbite terrestri hanno reso sempre più evidente che la responsabilità per il danno non può essere separata dalla disciplina preventiva della sicurezza e della sostenibilità delle attività spaziali. Da questo punto di vista, il sistema convenzionale del 1967-1975 non deve essere considerato come un insieme statico di norme, ma come il nucleo di un più ampio ordinamento spaziale in progressiva evoluzione, nel quale alle disposizioni convenzionali si affiancano principi di diritto internazionale generale, prassi degli Stati, strumenti di *soft law* e standard tecnici elaborati in sede internazionale. L'UNOOSA continua, infatti, a collocare i cinque principali Trattati spaziali delle Nazioni Unite all'interno di un sistema più ampio di strumenti giuridici e principi relativi alle attività nello spazio extra-atmosferico. È tuttavia proprio nel rapporto tra queste diverse fonti che emerge la questione centrale ai fini della responsabilità per i detriti. Le Convenzioni del 1967 e del 1972 forniscono i criteri fondamentali di imputazione del danno, ma non disciplinano in modo specifico la prevenzione della formazione dei detriti, la gestione del fine vita degli oggetti, la rimozione attiva dei detriti o le conseguenze giuridiche della mancata adozione delle migliori pratiche tecniche disponibili.

Il quadro internazionale appare, dunque, caratterizzato da una asimmetria normativa: da un lato, un sistema convenzionale relativamente definito per la responsabilità *ex post* del danno; dall'altro, un insieme assai più frammentario di regole e standard destinati a prevenire *ex ante* la formazione del rischio. È precisamente in questa zona di intersezione che si colloca il problema contemporaneo dei detriti spaziali. La ricostruzione del quadro normativo consente pertanto di individuare tre distinti livelli di disciplina: la responsabilità internazionale dello Stato per le attività spaziali nazionali; la responsabilità specificamente connessa al danno causato dall'oggetto spaziale; e gli obblighi di registrazione, autorizzazione, supervisione e progressiva mitigazione del rischio orbitale. La loro effettiva integrazione costituisce la premessa necessaria per affrontare la questione più delicata: stabilire quale contenuto debba essere attribuito alla «colpa» richiesta dall'art. III della *Liability Convention* quando il danno sia prodotto da un detrito spaziale⁴⁰.

⁴⁰ L'esame del regime di responsabilità si completa con l'analisi dei profili procedurali, che ne rappresentano uno degli aspetti maggiormente problematici. La richiesta di risarcimento deve essere presentata per via diplomatica dallo Stato leso entro un anno, ai sensi dell'art. X. In assenza di un accordo tra le parti, la controversia è sottoposta alla Commissione di conciliazione prevista dagli artt. XIV ss., la cui decisione ha, tuttavia, natura meramente raccomandatoria, salvo che le parti abbiano diversamente convenuto. È proprio sotto il profilo procedurale che la Convenzione «dimostra la sua debolezza», non prevedendo alcuna forma di accesso diretto alla tutela da parte del privato danneggiato. Il sistema internazionale delineato dalla Convenzione non ha, peraltro, carattere esclusivo. L'art. XI, § 2, fa infatti salva la possibilità di promuovere un'azione dinanzi ai giudici interni dello Stato di lancio. La scelta della via interna comporta, tuttavia, la preclusione del ricorso alla procedura internazionale - *electa una via non datur recursus ad alteram* -, con la conseguenza che, considerata anche la brevità del termine annuale previsto dalla Convenzione, tale scelta può assumere carattere sostanzialmente definitivo. A ciò si aggiunge l'esclusione prevista dall'art. VII, che sottrae all'ambito di applicazione della Convenzione i danni subiti dai cittadini dello Stato di lancio e dagli stranieri che partecipino alle operazioni di lancio. La rilevanza pratica di tale esclusione emerge con particolare evidenza nel caso Otero, nel quale un cittadino statunitense, danneggiato dalla caduta di un detrito riconducibile alla NASA, ha dovuto agire sulla base del *Federal Tort Claims Act*, secondo l'ordinario criterio della colpa. Diversamente, un soggetto straniero che avesse subito il medesimo danno avrebbe potuto beneficiare, per il tramite del proprio Stato, del regime convenzionale di responsabilità assoluta. Il paradosso insito in tale disciplina è stato del resto evidenziato dallo stesso difensore della famiglia Otero: qualora il frammento fosse caduto al di fuori del territorio statunitense, si sarebbe applicato il regime di responsabilità assoluta dello Stato di lancio previsto dalla

4. La responsabilità dello Stato di lancio per i danni verificatisi nello spazio extra-atmosferico

La responsabilità dello Stato di lancio per i danni verificatisi nello spazio extra-atmosferico costituisce uno degli aspetti più problematici della Convenzione del 1972 sulla responsabilità internazionale per i danni causati da oggetti spaziali. Mentre l'art. II prevede una responsabilità oggettiva per i danni cagionati sulla superficie terrestre o ad aeromobili in volo, l'art. III, con riferimento ai danni verificatisi *elsewhere than on the surface of the Earth*, subordina la responsabilità alla prova della *fault*, ossia della colpa dello Stato di lancio o delle persone di cui esso risponde.

Il regime richiede, pertanto, la presenza di tre elementi fondamentali: un danno, il nesso causale con uno *space object* e la colpa dello Stato di lancio. La scelta di un criterio di imputazione fondato sulla colpa riflette il contesto nel quale la Convenzione fu adottata, caratterizzato da un numero relativamente limitato di attività spaziali e da una densità orbitale assai inferiore a quella attuale. L'evoluzione tecnologica, la progressiva commercializzazione delle attività spaziali, la proliferazione delle costellazioni satellitari e l'aumento dei detriti hanno tuttavia profondamente modificato tale scenario, rendendo più frequenti le possibilità di collisione e aumentando la rilevanza del rischio orbitale. Si pone così il problema se un sistema fondato sulla prova della *fault* sia ancora in grado di assicurare un'effettiva tutela nei casi in cui l'identificazione dell'oggetto responsabile, la ricostruzione della catena causale e la dimostrazione della colpa risultino particolarmente difficili⁴¹.

Un primo profilo problematico riguarda l'individuazione dello Stato di lancio. Ai sensi dell'art. I della Convenzione, tale qualifica spetta sia allo Stato che lancia o procura il lancio dell'oggetto, sia allo Stato dal cui territorio o struttura esso viene lanciato. Uno stesso oggetto può quindi essere collegato a più Stati di lancio, mentre tale nozione non coincide necessariamente con quella dello Stato di nazionalità dell'operatore, del proprietario o dello Stato di registrazione dell'oggetto. La distinzione assume particolare rilievo nell'attuale contesto, caratterizzato dalla crescente partecipazione di soggetti privati alle attività spaziali. La privatizzazione del settore non comporta, infatti, una corrispondente privatizzazione della responsabilità internazionale: l'art. VI del Trattato sullo spazio extra-atmosferico stabilisce che gli Stati sono internazionalmente responsabili delle attività spaziali nazionali, comprese quelle svolte da enti non governativi, le quali devono essere autorizzate e sottoposte a continua supervisione. Lo Stato rimane quindi il referente della responsabilità internazionale anche quando l'attività sia materialmente svolta da un operatore privato. Ciò non significa, tuttavia, che ogni errore commesso dall'operatore determini automaticamente la responsabilità internazionale dello Stato, poiché occorre verificare se la condotta posta in essere sia rilevante rispetto agli obblighi internazionali gravanti sullo Stato, in particolare in materia di autorizzazione, supervisione e prevenzione del danno. La questione assume particolare rilievo nel caso dei detriti spaziali, poiché un satellite può essere di proprietà di un'impresa privata, essere lanciato da un soggetto stabilito in un altro Stato e successivamente gestito da un operatore appartenente a un Paese diverso. Anche dopo la cessazione della missione, l'oggetto può rimanere in orbita per lungo tempo, frammentarsi o entrare in collisione

Convenzione del 1972; il cittadino statunitense danneggiato, invece, è stato costretto a ricorrere agli strumenti di tutela interni previsti dal *Federal Tort Claims Act*, con il conseguente onere di dimostrare la negligenza dell'agenzia responsabile.

⁴¹ Sulla difficoltà di provare quando si sia verificato il danno e da quale oggetto provengano i detriti v. L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale*, cit., 51, nt. 16, ove anche il richiamo alla qualificazione delle operazioni spaziali come attività «ultra pericolose» secondo i lavori della Commissione del diritto internazionale sulla prevenzione del danno transfrontaliero.

con altri oggetti. L'individuazione dello Stato responsabile non può quindi dipendere dalla sola proprietà del satellite, ma deve essere ricostruita applicando congiuntamente i criteri convenzionali relativi allo Stato di lancio e le norme internazionali concernenti le attività spaziali nazionali.

Alle carenze strutturali del regime convenzionale si aggiungono, quando la disciplina viene applicata ai danni provocati dai detriti, ulteriori difficoltà relative all'identificazione dell'oggetto dannoso, alla concretizzazione del criterio della colpa e alla tutela dell'ambiente orbitale. La considerazione congiunta di tali profili mostra come l'applicabilità formale della Convenzione non coincida necessariamente con un'effettiva capacità di garantire la riparazione del danno. Sotto il primo profilo, l'applicazione dell'art. III presuppone che il danno possa essere ricondotto a uno *space object*. La Convenzione adotta una nozione ampia, comprendente anche le parti componenti dell'oggetto, il veicolo di lancio e le sue parti, consentendo così di ricondurre alla disciplina anche i danni provocati da componenti o frammenti derivanti dalla disgregazione di un oggetto spaziale. Sebbene la Convenzione non contenga una definizione autonoma di *space debris* né istituisca un regime specifico per gli oggetti che abbiano cessato di essere operativi, la perdita della funzione originaria non sembra, di per sé, sufficiente a interrompere il collegamento giuridico tra l'oggetto lanciato e il detrito successivamente prodotto. Più complessa è, invece, l'individuazione concreta dell'oggetto responsabile e della sua origine. Le attuali capacità di sorveglianza consentono di tracciare e catalogare soltanto una parte dei detriti presenti nello spazio, mentre i frammenti prodotti da collisioni o esplosioni possono risultare difficilmente riconducibili a un determinato oggetto e, conseguentemente, a uno specifico Stato di lancio.

Il problema è aggravato dalle caratteristiche del sistema di registrazione previsto dalla Convenzione sull'immatricolazione del 1975, che, pur essendo concepito per facilitare l'identificazione degli oggetti spaziali e dei relativi Stati di lancio, presenta limiti significativi quanto alla completezza delle informazioni disponibili e all'effettività dell'obbligo di registrazione⁴². Si determina così un vero e proprio problema di attribuzione, che può compromettere l'applicazione dell'art. III ancora prima di affrontare la questione della colpa. Il danneggiato deve infatti poter identificare l'oggetto responsabile, ricostruirne l'origine e collegarlo a uno Stato di lancio⁴³. La difficoltà presenta analogie con altri spazi sottratti alla sovranità statale, nei quali la responsabilità per il danneggiamento di infrastrutture difficilmente identificabili incontra problemi analoghi di tracciabilità e attribuzione. Nel caso dei detriti spaziali, tale difficoltà è particolarmente significativa perché la collisione stessa può produrre nuovi frammenti, rendendo progressivamente più complessa la ricostruzione della catena causale⁴⁴. Il problema si accentua ulteriormente quando l'oggetto abbia cessato da tempo di essere operativo. La Convenzione non stabilisce una durata della responsabilità commisurata alla vita dell'oggetto né individua un momento preciso nel quale la perdita del controllo determini automaticamente l'esonero dello Stato. Una responsabilità indefinita e automatica rischierebbe, tuttavia, di trasformare il regime dell'art. III in una forma di responsabilità oggettiva, incompatibile con la struttura della disposizione. Sembra quindi necessario valutare la condotta dello Stato e dell'operatore durante le diverse fasi del ciclo di vita dell'oggetto, verificando se la perdita di controllo fosse prevedibile e se fossero disponibili e siano state adottate misure ragionevoli per prevenirla. In questa prospettiva, la cessazione della

⁴² Sull'adesione italiana e sul registro ASI v. M. CARRATO, L. GOLISANO, *La legge sul procedimento amministrativo in assenza di gravità*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 191 ss.

⁴³ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, cit., il quale osserva peraltro che la pubblicità dei lanci «dovrebbe facilitare l'identificazione dello Stato responsabile in caso di danni».

⁴⁴ Sull'inosservanza dell'obbligo e sul suo sfruttamento per dissimulare gli impieghi militari v. M. PEDRAZZI, *Lo ius in bello nello spazio extra-atmosferico*, in *Riv. dir. nav.*, 2023, 31 ss., ivi 52 s.

funzione operativa non dovrebbe essere considerata come un momento di automatica estinzione della responsabilità, ma come una fase nella quale assumono particolare rilievo gli obblighi di prevenzione, passivazione e smaltimento dell'oggetto⁴⁵.

Il secondo grande problema riguarda il criterio della fault, che costituisce l'elemento distintivo della responsabilità per i danni verificatisi nello spazio extra-atmosferico. La Convenzione non ne fornisce una definizione e non individua specifiche regole di condotta applicabili alle collisioni orbitali, lasciando incerto quale livello di diligenza sia concretamente esigibile dallo Stato e dall'operatore. La difficoltà emerge soprattutto quando la collisione sia il risultato di una pluralità di fattori, quali errori nei dati orbitali, malfunzionamenti, carenze nei sistemi di monitoraggio, mancata esecuzione di una manovra evasiva, difetti di progettazione o presenza di frammenti non tracciabili. In simili circostanze, la dimostrazione della colpa di un singolo Stato può risultare estremamente complessa⁴⁶. La fault non dovrebbe, tuttavia, essere intesa come necessità di dimostrare un comportamento intenzionale. Essa può essere interpretata come violazione di uno standard di condotta ragionevolmente esigibile, determinato alla luce delle conoscenze scientifiche, delle capacità tecniche disponibili e delle pratiche internazionali applicabili al momento dell'attività. In questa prospettiva, la responsabilità può derivare non soltanto da condotte attive, ma anche da omissioni, quali la mancata supervisione, l'inosservanza delle procedure di prevenzione, la mancata adozione di adeguate misure di fine vita o l'abbandono di un oggetto senza predisporre strumenti idonei a ridurre il rischio di collisione⁴⁷. È proprio in questo punto che la *fault* entra in rapporto con il principio della *due diligence*. La responsabilità non deriva dalla mera verifica del danno, ma dalla mancata adozione delle misure che, considerate le circostanze concrete, avrebbero potuto ragionevolmente prevenirlo. La *due diligence* consente quindi di trasformare la nozione astratta di colpa in un parametro di valutazione della condotta effettivamente tenuta dallo Stato e dall'operatore. Tale parametro deve necessariamente essere dinamico, poiché il livello di diligenza richiesto non può rimanere immutato nel tempo: ciò che poteva essere considerato ragionevole nel 1972 deve essere valutato diversamente alla luce delle tecnologie oggi disponibili e della maggiore conoscenza dei rischi connessi alla congestione orbitale⁴⁸. In questo processo assumono particolare rilievo gli strumenti di *soft*

⁴⁵ C. CAMPODONICO, *La due diligence degli Stati nello Spazio extra-atmosferico: alcune prime sfide della nuova era spaziale poste da attori privati*, in *La nuova giuridica*, 2024, 181 ss., che individua negli standard ISO 24113, nelle linee guida ONU e nei sistemi di gestione ambientale della NASA gli standard precauzionali idonei a concretizzare gli obblighi di condotta; sulla Convenzione del 1972 quale «unico Trattato che direttamente codifica la due diligence» (attraverso l'art. X, che fa decorrere il termine per la richiesta dal momento in cui lo Stato avrebbe potuto ragionevolmente conoscere i fatti «through the exercise of due diligence») v. *ivi*, 178. Sul radicamento della due diligence spaziale nella giurisprudenza internazionale (*Alabama, Pulp Mills*, parere ITLOS 2011) v. *ivi*, 173 ss.; nonché, per l'estensione degli standard alla luce del diritto emergente a un ambiente sano, M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, 2025, 91 ss.

⁴⁶ M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 91 ss.

⁴⁷ M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace : la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 94 s.: la colpa ex art. III, non definita dalla Convenzione, si interpreta come condotta intenzionale o negligente, e la negligenza può includere atti di gestione imprudenti od omissioni nella supervisione, da apprezzare alla luce delle direttive COPUOS di mitigazione; l'abbandono di un oggetto divenuto detrito appare incompatibile con l'esecuzione in buona fede della Convenzione.

⁴⁸ C. CAMPODONICO, *La due diligence degli Stati nello Spazio extra-atmosferico: alcune prime sfide della nuova era spaziale poste da attori privati*, cit., 181 ss., che individua negli standard ISO 24113, nelle linee guida ONU e nei sistemi di gestione ambientale della NASA gli standard precauzionali idonei a concretizzare gli obblighi di condotta; sulla Convenzione del 1972 quale «unico Trattato che direttamente codifica la due diligence»

law e gli standard tecnici elaborati a livello internazionale. Le linee guida COPUOS, le *Long-Term Sustainability Guidelines*, gli standard IADC e la norma ISO 24113 individuano pratiche relative alla prevenzione delle collisioni, alla limitazione dei rilasci, alla passivazione e allo smaltimento degli oggetti al termine della loro vita operativa. Tali strumenti non hanno, in linea generale, carattere giuridicamente vincolante; possono tuttavia contribuire a concretizzare lo standard di diligenza richiesto agli Stati e agli operatori e fornire elementi utili per valutare l'esistenza della fault. La loro inosservanza, soprattutto quando riguarda pratiche consolidate e tecnicamente accessibili, può costituire un elemento significativo nella dimostrazione della violazione dello standard di condotta richiesto. Il loro valore non è quindi necessariamente limitato dalla natura formalmente non vincolante. Quando gli standard internazionali vengono recepiti negli ordinamenti nazionali o incorporati nei provvedimenti autorizzativi, essi possono infatti trasformarsi in obblighi giuridicamente vincolanti per gli operatori. Si realizza così un processo di progressiva concretizzazione degli obblighi di diligenza attraverso il recepimento di parametri tecnici elaborati in sede internazionale. La rilevanza di tali strumenti è particolarmente evidente nel settore della mitigazione dei detriti, nel quale la progressiva evoluzione degli standard tecnici mostra come pratiche inizialmente raccomandate possano acquisire nel tempo una maggiore forza normativa. In questo senso, anche l'abbandono di oggetti non più controllabili può essere valutato come una condotta incompatibile con gli obblighi di prevenzione e con l'esecuzione in buona fede degli obblighi internazionali. Analogamente, l'obbligo di smaltimento degli oggetti a fine vita può essere collegato agli obblighi di diligenza derivanti dal sistema complessivo del diritto spaziale, soprattutto quando la permanenza incontrollata dell'oggetto aumenti in modo prevedibile il rischio di collisioni e di produzione di ulteriori detriti⁴⁹. Resta, tuttavia, controverso il valore giuridico autonomo degli standard di mitigazione. Le linee guida internazionali sono formalmente non vincolanti e la prassi degli Stati dimostra che la loro osservanza non è uniforme. La stessa esperienza relativa ai test antisatellite evidenzia come le misure di prevenzione possano essere applicate selettivamente, nonostante il significativo impatto che determinate attività possono produrre sull'ambiente orbitale⁵⁰. D'altra parte, non mancano segnali di progressiva trasformazione degli standard tecnici in obblighi più incisivi. La deorbitazione a fine vita è stata valorizzata dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite come comportamento responsabile, mentre l'evoluzione degli standard IADC ha progressivamente ridotto i tempi di permanenza post-missione raccomandati per determinate categorie di oggetti e, in particolare, per le grandi costellazioni⁵¹. Anche l'esperienza statunitense dimostra come gli standard tecnici possano acquisire concreta efficacia giuridica quando vengono incorporati nei provvedimenti

(attraverso l'art. X, che fa decorrere il termine per la richiesta dal momento in cui lo Stato avrebbe potuto ragionevolmente conoscere i fatti «through the exercise of due diligence») v. *ivi*, 178. Sul radicamento della due diligence spaziale nella giurisprudenza internazionale (*Alabama, Pulp Mills*, parere ITLOS 2011) v. *ivi*, 173 ss.; nonché, per l'estensione degli standard alla luce del diritto emergente a un ambiente sano, M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 91 ss.

⁴⁹M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 94 ss.

⁵⁰ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio*, cit., 53 s., il quale peraltro avverte che l'efficacia pratica della soft law «non è detto che risulti inferiore a quella delle norme formalmente obbligatorie». Sull'endorsement assembleare delle linee guida del 2007 cfr. S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, cit., 209.

⁵¹ Ris. 75/36 del 16 dicembre 2020, richiamata da M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 95. IADC, *Space Debris Mitigation Guidelines*, Rev. 4, 16 gennaio 2025 (doc. A/AC.105/C.1/2025).

autorizzativi: la sanzione irrogata dalla *Federal Communications Commission* nel 2023 per la violazione di un piano di smaltimento satellitare costituisce, sotto questo profilo, un esempio significativo di come un parametro tecnico possa trasformarsi in un obbligo coercibile nei confronti dell'operatore⁵². La *due diligence* assume quindi una funzione centrale, poiché consente di valutare la condotta dello Stato non sulla base del semplice verificarsi dell'evento dannoso, ma verificando se siano state adottate le misure ragionevolmente disponibili per prevenirlo. Il requisito della *fault* pone, tuttavia, anche un significativo problema probatorio. La Convenzione non stabilisce espressamente un sistema di presunzioni applicabile alle collisioni orbitali e non definisce in modo dettagliato le modalità attraverso cui debba essere dimostrata la colpa. Il danneggiato può quindi trovarsi nella necessità di ricostruire fatti tecnici complessi, relativi al funzionamento dell'oggetto, alle decisioni dell'operatore, ai sistemi di monitoraggio e alle eventuali procedure di prevenzione, informazioni che possono essere nella disponibilità dello Stato o del soggetto responsabile⁵³.

Nel caso dei detriti, la difficoltà aumenta ulteriormente: il frammento può non essere stato tracciato, la sua origine può essere incerta e la collisione può rendere impossibile una successiva analisi dell'oggetto. Il rischio è quindi quello di determinare un deficit strutturale di tutela proprio nei casi in cui il danno è più difficile da ricostruire. Per questa ragione assumono particolare rilievo gli elementi oggettivi dai quali possa essere desunta la mancanza di diligenza, quali l'inosservanza delle procedure di mitigazione, l'assenza di adeguati sistemi di monitoraggio, la mancata risposta a un collision warning, la carenza di misure di fine vita o la violazione di standard tecnici ormai consolidati. Quanto più una determinata pratica risulti affermata come parametro internazionale di sicurezza, tanto più la sua inosservanza può contribuire a dimostrare la violazione dello standard di condotta richiesto. Un'ulteriore criticità riguarda, infine, la tutela dell'ambiente orbitale in quanto tale. La Convenzione del 1972 non contiene una disciplina specifica del danno ambientale, mentre l'art. IX del Trattato sullo spazio extra-atmosferico impone agli Stati di evitare la contaminazione nociva e le interferenze pregiudizievoli e, ove necessario, di procedere a consultazioni⁵⁴. Tale disposizione configura principalmente un obbligo di condotta e non istituisce uno specifico meccanismo di responsabilità o di riparazione per il danno ambientale già prodotto. La tutela dell'ambiente orbitale, pertanto, può essere rafforzata attraverso il ricorso a principi del diritto internazionale generale, quali la *no harm rule*, l'obbligo di valutazione

⁵² *Federal Communications Commission, consent decree* del 2 ottobre 2023 (DA-23-888): l'operatore Dish Network, che a fine vita del satellite geostazionario EchoStar-7 non aveva potuto raggiungere, per carenza di propellente, la quota di smaltimento di circa 300 km sopra l'arco geostazionario prevista dal piano approvato, fermandosi a 122 km, ha ammesso la violazione e corrisposto una sanzione di 150.000 dollari, assoggettandosi a un piano di *compliance*.

⁵³ D. MAURI, *Attività di impiego e di testing di armi anti-satellite e diritto internazionale*, cit., 654. L'Autore conclude che, nell'attuale contesto di sovraffollamento orbitale, i test cinetici ad ascensione diretta siano «financo vietati» in via interpretativa (ivi, 661). Sul rilievo che la produzione di un gran numero di detriti quale effetto della distruzione di un satellite si qualifichi, in un conflitto armato, come danno incidentale all'ambiente potenzialmente contrario al principio di proporzionalità, e che attacchi idonei a innescare una sindrome di Kessler possano raggiungere la soglia degli artt. 35 e 55 del I Protocollo addizionale. M. PEDRAZZI, *Lo ius in bello nello spazio extra-atmosferico*, in *Riv. Dir. nav.*, 2023, 1, 61.

⁵⁴ Sul recente dibattito sul regime «ibrido» fra *res communis* e patrimonio comune dell'umanità, P. PUSTORINO, *Spazio extra-atmosferico e beni comuni nel diritto internazionale*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 25 ss.; sulla qualificazione dell'ingombro orbitale come «sfruttamento definitivo» delle orbite v. M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental*, cit., 91 s. Che dal principio di non appropriazione ex art. II del Trattato discenda la qualificazione dello spazio come *res communis omnium* è affermazione condivisa: I.C. DE ROSA, S. SCREPANTI, *Space mining tra potere pubblico e attività privata*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 29 ss., ivi 32.

preventiva dell'impatto ambientale e il principio di precauzione⁵⁵. A ciò si aggiunge la possibilità di interpretare l'art. VI del Trattato come fonte di un più ampio dovere di diligenza nella gestione delle attività spaziali, anche alla luce del principio dello sviluppo sostenibile, della dimensione intergenerazionale della tutela ambientale e della crescente attenzione internazionale al diritto a un ambiente sano. In questa prospettiva, i detriti possono essere considerati non soltanto come oggetti capaci di provocare un danno a specifici satelliti o beni, ma anche come fattori suscettibili di compromettere progressivamente l'utilizzabilità dello spazio extra-atmosferico, inteso come ambiente comune e non soggetto ad appropriazione nazionale. Si tratta, tuttavia, di soluzioni prevalentemente interpretative, la cui efficacia rimane condizionata dalla volontà degli Stati di attribuire maggiore rilievo alla protezione dell'ambiente orbitale e di trasformare gli attuali standard di prevenzione in obblighi più precisi⁵⁶. Nel complesso, il regime dell'art. III presenta quindi una tensione tra due esigenze contrapposte: da un lato, evitare che i danni prodotti nello spazio extra-atmosferico, e in particolare quelli derivanti dai detriti, rimangano privi di tutela; dall'altro, impedire che la responsabilità dello Stato di lancio si trasformi automaticamente in una responsabilità oggettiva, estranea alla struttura della Convenzione. Le principali difficoltà riguardano l'identificazione dell'oggetto responsabile, la sua attribuzione a uno Stato di lancio, l'assenza di una definizione convenzionale della fault, la complessità della prova del nesso causale e della colpa e, infine, l'assenza di un autonomo regime di responsabilità e riparazione per il danno arrecato all'ambiente orbitale in quanto tale.

La progressiva elaborazione di standard tecnici e l'affermazione del principio di *due diligence* possono contribuire a colmare almeno in parte tali lacune, consentendo di interpretare la fault come violazione di uno standard di condotta concretamente esigibile, determinato in relazione alla prevedibilità del rischio, alle possibilità tecniche di prevenzione e alle informazioni disponibili al momento dell'attività.

Una simile interpretazione permetterebbe di adattare il regime convenzionale all'evoluzione tecnologica senza trasformare l'art. III in una forma surrettizia di responsabilità oggettiva. Resta tuttavia evidente che l'attuale quadro convenzionale presenta limiti strutturali di effettività, soprattutto con riferimento ai detriti spaziali, alla loro attribuzione e alla tutela dell'ambiente orbitale. Tali limiti rendono necessario interrogarsi sull'opportunità di integrare il regime esistente mediante obblighi più precisi in materia di prevenzione, monitoraggio, tracciabilità e mitigazione, nonché attraverso modelli normativi più evoluti già sperimentati in altri settori del diritto internazionale⁵⁷.

5. L'unitarietà del diritto della navigazione e la navigazione spaziale

L'idea che il diritto della navigazione possa costituire un naturale punto di riferimento per la disciplina delle attività spaziali non è recente, ma affonda le proprie radici nella stessa evoluzione della materia. La teoria unitaria del diritto della navigazione, muovendo dalla comunanza dell'ambiente e dei rischi propri della navigazione marittima e aerea, ha infatti mostrato una significativa capacità di

⁵⁵ M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 92 s., ove anche le proposte di uno standard minimo di valutazione preventiva d'impatto ambientale quale condizione dell'autorizzazione al lancio e di un obbligo di notifica di posizione, dimensioni e traiettorie dei detriti, mediante modifica dell'art. IV della Convenzione sull'immatricolazione.

⁵⁶ M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 91 ss. Sui detriti quali oggetto della disciplina dell'art. IX in quanto suscettibili di provocare una *potentially harmful interference* v. R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, cit., 40, nota 83.

⁵⁷ M. PEDRAZZI, F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace: la « responsabilisation » des activités spatiales*, cit., 96.

adattamento ed espansione anche rispetto a fenomeni tecnologicamente nuovi. Già agli albori dell'era spaziale, la dottrina si interrogava sugli aspetti giuridici dei voli spaziali e sui loro possibili riflessi sulla disciplina della navigazione aerea⁵⁸, fino a prospettare l'elaborazione di un più ampio diritto aerospaziale, destinato a ricomprendere le diverse fasi del volo⁵⁹.

Anche sul piano del diritto interno è stata sostenuta la possibilità di utilizzare le categorie proprie del codice della navigazione per disciplinare, almeno sotto determinati profili, i danni prodotti dai veicoli spaziali⁶⁰. Tale vocazione espansiva è stata espressamente rivendicata dalla dottrina navigazionistica contemporanea, secondo la quale le soluzioni elaborate per la navigazione e i trasporti «si prestano persino a fornire le basi per regolare fenomeni totalmente nuovi, come la navigazione spaziale»⁶¹, valendo per lo spazio extra-atmosferico, in forza del Trattato del 1967, «un principio di libertà sostanzialmente corrispondente a quello tradizionalmente riconosciuto all'alto mare»⁶², identità di statuto dell'ambiente che legittima, sul piano sistematico, la circolazione degli istituti, in coerenza con la matrice comune che il diritto dello spazio condivide con il diritto del mare e che anche la dottrina pubblicistica ha posto in rilievo⁶³. La comunanza di fondo tra i due regimi non implica naturalmente una loro identità, ma consente di individuare una matrice sistematica comune, già valorizzata dalla dottrina, nella quale il diritto dello spazio e il diritto del mare si confrontano con problemi analoghi relativi all'utilizzazione di spazi sottratti alla sovranità statale, alla libertà di navigazione, alla prevenzione dei rischi e alla responsabilità per i danni derivanti dalle attività svolte in tali ambienti.

Da questa prospettiva, il richiamo al diritto della navigazione non deve essere inteso nel senso di una diretta applicazione analogica delle disposizioni del codice della navigazione ai danni provocati dai detriti spaziali. Una simile operazione incontrerebbe, infatti, evidenti limiti derivanti dalla specialità della disciplina spaziale e, soprattutto, dalla sua struttura prevalentemente internazionale. L'esperienza navigazionistica può tuttavia svolgere una duplice funzione. Da un lato, essa può fornire una chiave interpretativa per comprendere e sviluppare gli istituti già presenti nel diritto spaziale, considerando che alcune delle categorie utilizzate da quest'ultimo affondano le proprie radici proprio nell'esperienza della

⁵⁸ G. ROMANELLI, *Aspetti giuridici dei voli spaziali e riflessi sulla disciplina giuridica della navigazione aerea*, in *Riv. trim. dir. proc. civ.*, 1961, 881 ss., richiamato da M. LANDI, *VTS behind Traditions. L'evoluzione dei servizi di assistenza al traffico marittimo verso un modello di controllo da terra*, in *Riv. dir. nav.*, 2022, 817 ss.

⁵⁹ Nella dottrina italiana, l'intuizione dell'estensione delle categorie aeronautiche al fenomeno spaziale risale ad A. AMBROSINI, *Corso di diritto aeronautico*, Roma, 1933. La dottrina ricorda la capacità di anticipazione normativa rispetto al fenomeno del volo: v. M.M.COMENALE PINTO, *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale. Nihil novi sub sole et supre marem*, in *Riv. dir. nav.*, 2020, 795 ss.

⁶⁰ L. TULLIO, *Responsabilità per danni a terzi sulla superficie*, cit., 1420.

⁶¹ M. M. COMENALE PINTO, *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale. Nihil novi sub sole et supre marem*, cit., 844; ivi, 843: «occorre, a questo punto, chiedersi se le soluzioni elaborate nel campo del diritto della navigazione e dei trasporti, come già è accaduto frequentemente, non possano costituire un utile riferimento anche rispetto alle più recenti problematiche che vengono a presentarsi in ragione dell'evoluzione della tecnica».

⁶² M.M.COMENALE PINTO, *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale. Nihil novi sub sole et supre marem*, cit., 799.

⁶³ A. SANDULLI, A. CAPURSO, *Dare ordine giuridico all'ignoto: le coordinate giuspubblicistiche dell'Outer Space*, in *Dir. cost.*, 2026, 5 s., che aprono la riflessione con la dialettica fra il *Mare Liberum* di Grozio e il *Mare Clausum* di Selden. Sulla persistente fecondità del raffronto con il diritto del mare v. anche, con riferimento ai regimi dei mari chiusi o semi-chiusi e agli obblighi di cooperazione ex art. 123 UNCLOS, T. SCOVAZZI, *Il regime dei mari chiusi o semi-chiusi: il caso del Mediterraneo*, in *Riv. dir. nav.*, 2023, 119 ss.; e, sull'espansione della giurisdizione funzionale degli Stati costieri su spazi prima liberi, Id., *The Italian Exclusive Economic Zone*, in *Ascomare Yearbook, Fisheries and the Law of the Sea in the Anthropocene Era*, 2022, 2, 39 ss.; G. BEFANI, *Usi pubblici del mare e territorializzazione marittima: prospettive geo-giuridiche della pianificazione energetica del mar Mediterraneo*, in *Dir. econ.*, 2024, 2, 59 ss.

navigazione. Dall'altro, essa può rappresentare un modello normativo al quale guardare nella prospettiva di un'evoluzione della disciplina, tanto sul piano interno quanto su quello internazionale, soprattutto là dove il quadro vigente presenti lacune o non offra strumenti sufficientemente efficaci di prevenzione e riparazione del danno. Sotto questo profilo, l'esperienza del diritto della navigazione mostra come, di fronte all'emersione di nuove forme di rischio, possano essere utilizzati meccanismi quali la responsabilità oggettiva canalizzata, l'assicurazione obbligatoria e i fondi di garanzia, destinati a garantire una più efficace distribuzione del rischio e una maggiore certezza della riparazione.

La medesima prospettiva è stata già valorizzata, in ambiti tecnologicamente differenti, con riferimento ai veicoli a conduzione autonoma: anche in quel caso, i regimi elaborati dal diritto della navigazione sono stati individuati come possibile repertorio di soluzioni per affrontare fenomeni nuovi, caratterizzati da elevata complessità tecnica e da una distribuzione del rischio non facilmente riconducibile ai tradizionali criteri di responsabilità⁶⁴.

In questa prospettiva, il rapporto tra diritto della navigazione e diritto spaziale non deve essere quindi concepito in termini di mera trasposizione di regole, bensì come circolazione di principi, categorie e tecniche normative. Il diritto della navigazione può così offrire al diritto spaziale non tanto una disciplina già pronta, quanto un patrimonio di esperienze attraverso il quale affrontare problemi che, pur manifestandosi in un ambiente tecnologicamente diverso, presentano una struttura giuridica in parte analoga: la gestione di attività intrinsecamente rischiose, la prevenzione dei danni, l'individuazione del soggetto responsabile e, soprattutto, la necessità di assicurare un'effettiva riparazione quando il danno si verifichi. Una volta precisato il metodo, il raffronto più significativo può essere individuato nella disciplina dei relitti della navigazione. Il problema dei detriti spaziali presenta, infatti, una struttura per molti aspetti analoga: in entrambi i casi si tratta di oggetti che, una volta esaurita la propria funzione, rimangono nell'ambiente e continuano a costituire una potenziale fonte di pericolo, senza che alcun soggetto abbia un interesse immediato a farsene carico. Il diritto marittimo uniforme ha affrontato questa problematica attraverso la Convenzione di Nairobi del 2007, entrata in vigore il 14 aprile 2015, il cui impianto offre un modello particolarmente significativo. Esso può essere analizzato nelle sue diverse componenti funzionali, ciascuna delle quali appare idonea a offrire una possibile risposta alle specifiche lacune che caratterizzano l'attuale regime applicabile ai detriti spaziali⁶⁵.

La Convenzione muove da un articolato sistema di obblighi informativi e di intervento. In primo luogo, lo Stato di bandiera impone al comandante e all'operatore di segnalare il sinistro che ha determinato la formazione del relitto (report, art. 5), mentre lo Stato costiero interessato è tenuto ad avvertire i naviganti e a provvedere alla segnalazione del relitto (artt. 7-8). A tale fase informativa segue la valutazione del pericolo, effettuata sulla base di criteri che tengono conto non soltanto dei rischi per la navigazione, ma anche del possibile danno all'ambiente marino e degli interessi connessi degli Stati costieri (art. 6). Qualora il relitto sia accertato come pericoloso, sorge quindi l'obbligo di rimozione a carico del *registered owner*, cui sono imputati anche i costi delle operazioni di localizzazione e segnalazione (artt. 9-10). Il sistema è infine completato da un regime di responsabilità oggettiva, sebbene non assoluta, con esonero per gli eventi bellici e per il fatto doloso di terzi, e dalla canalizzazione della responsabilità sul *registered owner*. A ciò si aggiunge, per le navi di stazza superiore alle trecento

⁶⁴ M. M. COMENALE PINTO, E. G. ROSAFIO, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, in *Dir., traspr.*, 2019, 388.

⁶⁵ Il riferimento d'obbligo è a M. M. COMENALE PINTO, *Relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, 2024, 2, 503.

tonnellate, l'obbligo di assicurazione o di altra garanzia finanziaria, accompagnato dalla certificazione statale e dall'azione diretta del danneggiato nei confronti dell'assicuratore (art. 12)⁶⁶. Si tratta, nel complesso, di «schemi ormai già ampiamente sperimentati nel diritto della navigazione: responsabilità oggettiva, ma non assoluta, con esonero per rischi anomali; obbligatorietà della copertura assicurativa o di altra idonea garanzia finanziaria»⁶⁷. La logica sottesa al sistema non è, dunque, quella del semplice chi inquina paga, ma quella del *deep pocket*, che mira a concentrare l'onere sul soggetto maggiormente in grado di prevenire il rischio e di trasferirne il costo attraverso un'adeguata copertura assicurativa⁶⁸. La trasposizione di questo modello al contesto orbitale appare, almeno sul piano funzionale, particolarmente agevole. Non è del resto casuale che la dottrina che più approfonditamente ha studiato la Convenzione di Nairobi ne abbia evidenziato la pertinenza anche rispetto alle problematiche spaziali, collegando espressamente la disciplina dei relitti alla necessità di intervenire sugli oggetti spaziali al termine della loro vita operativa⁶⁹.

In questa prospettiva, il parallelismo tra i due sistemi emerge con chiarezza: l'obbligo di report del sinistro può essere accostato alla notifica degli eventi di frammentazione; la segnalazione del relitto trova il proprio equivalente nella messa a disposizione dei dati necessari al tracciamento e all'identificazione degli oggetti; la valutazione del pericolo può essere traspota nell'accertamento del rischio di collisione; l'obbligo di rimozione posto a carico del proprietario può tradursi nell'obbligo di smaltimento dell'oggetto al termine della missione (*post-mission disposal*) e, nei casi più gravi, in un sistema di rimozione attiva dei detriti; infine, l'assicurazione obbligatoria accompagnata dall'azione diretta del danneggiato risponderebbe all'esigenza, particolarmente avvertita nel settore spaziale, di assicurare l'effettività del risarcimento, in un contesto nel quale il danneggiato non dispone di un rimedio diretto nei confronti dell'operatore o di un autonomo meccanismo internazionale di compensazione. Il modello non è, tuttavia, privo di limiti. La Convenzione di Nairobi esclude espressamente dal proprio ambito di applicazione le navi da guerra e le altre navi di proprietà o gestite da uno Stato e impiegate esclusivamente per servizi governativi non commerciali (art. 4, § 2); analogamente, un eventuale regime internazionale dei detriti spaziali dovrebbe confrontarsi con la rilevante componente militare delle attività orbitali e con la persistente giurisdizione e il controllo dello Stato di immatricolazione sull'oggetto spaziale ai sensi dell'art. VIII del Trattato sullo spazio extra-atmosferico.

⁶⁶ M. M. COMENALE PINTO, *Relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, cit., 522 ss. e 550: «sul registered owner ricade l'obbligo di provvedere a rimuovere il relitto, così come i costi delle operazioni di localizzazione e segnalazione».

⁶⁷ M. M. COMENALE PINTO, *Relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, cit., 517.

⁶⁸ M. M. COMENALE PINTO, *Relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, cit., 517.

M. M. COMENALE PINTO, *Relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, cit., 518. Sulla canalizzazione quale strumento di razionalizzazione delle coperture assicurative per i «rischi catastrofali» v. Id., *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale. Nihil novi sub sole et supre marem*, cit., 820. Per il raffronto con l'evoluzione della responsabilità per danni all'ambiente marino - dal principio «chi inquina paga» della dir. 2004/35/CE alla responsabilità oggettiva per le attività pericolose - v. M.F. TOMMASINI, *Profili giuridici della responsabilità civile per danni all'ambiente marino*, in *AmbienteDiritto.it*, 2026, 2, 1 ss., ivi 5 s.

⁶⁹ M. M. COMENALE PINTO, *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale, I relitti*, cit., 513.

In definitiva, la Convenzione di Nairobi⁷⁰, non potrebbe essere semplicemente trasposta nello spazio, ma offre un modello normativo e funzionale dal quale ricavare possibili soluzioni alle lacune dell'attuale disciplina: obblighi di notificazione e tracciamento, valutazione preventiva del rischio, responsabilità canalizzata, obblighi di rimozione e adeguati meccanismi assicurativi. In questa prospettiva assume rilievo anche il fatto che l'Italia non abbia ancora ratificato la Convenzione di Nairobi: un'eventuale ratifica potrebbe infatti costituire non soltanto un adeguamento della disciplina nazionale al più evoluto quadro internazionale in materia di relitti, ma anche un'occasione per valorizzare, sul piano interno e nella prospettiva dello sviluppo futuro del diritto spaziale, le soluzioni già sperimentate nel settore della navigazione. Se la disciplina dei relitti offre un modello per affrontare la fase successiva alla formazione del detrito, l'esperienza maturata nel settore dei servizi di assistenza al traffico marittimo può fornire utili indicazioni per quella, logicamente anteriore, della prevenzione. Il contenimento della produzione di nuovi detriti dipende, infatti, in misura crescente dalla capacità di sorvegliare l'ambiente orbitale attraverso i servizi di *space situational awareness* e di gestire i flussi degli oggetti mediante sistemi di *space traffic management*, che presentano significative analogie funzionali con i servizi di assistenza al traffico marittimo.

L'evoluzione di questi ultimi è stata ricostruita dalla dottrina come un progressivo superamento del modello tradizionale, incentrato sulla singola nave e caratterizzato da un VTS limitato alla fornitura di informazioni, a favore di un sistema di controllo da terra, nel quale l'intervento dell'operatore si articola secondo una sequenza crescente di intensità: «monitorare, informare, raccomandare e dirigere»⁷¹. La medesima progressione può essere utilmente applicata allo *space traffic management*: anche in questo settore, infatti, il sistema si è inizialmente concentrato sulle funzioni di monitoraggio e informazione, attraverso la catalogazione degli oggetti e la diffusione degli avvisi di congiunzione, ma tende oggi a evolvere verso forme più incisive di prevenzione e coordinamento. In questa direzione si collocano le più recenti iniziative regolatorie europee, che prevedono per gli operatori l'accesso a servizi di prevenzione delle collisioni e introducono specifici requisiti di manovrabilità⁷². Il parallelismo con l'evoluzione dei VTS mostra, dunque, come anche nello spazio la gestione del rischio possa progressivamente passare da un modello fondato sulla mera disponibilità di informazioni a un sistema nel quale il monitoraggio, la comunicazione e, ove necessario, il coordinamento delle manovre costituiscano strumenti strutturali di prevenzione delle collisioni e, di conseguenza, della formazione di nuovi detriti.

L'esperienza del diritto della navigazione offre indicazioni significative anche sul terreno della responsabilità. Se all'operatore a terra è riconosciuto un ruolo che può spingersi fino alla direzione del traffico, la sua inerzia o il suo errore non possono essere considerati irrilevanti rispetto alla verifica del sinistro. L'insegnamento ricavabile dalle inchieste sui sinistri marittimi - secondo cui la qualificazione del VTS come mero fornitore di informazioni, tale da trasferire sul comandante l'intero

⁷⁰ Lo stato delle ratifiche è consultabile sul sito dell'IMO. Sull'auspicio della ratifica italiana, e sull'occasione che essa offrirebbe per l'allineamento del codice della navigazione, v. M. M. COMENALE PINTO, *Relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, cit., 550 ss.

⁷¹ M. LANDI, *VTS behind Traditions. L'evoluzione dei servizi di assistenza al traffico marittimo verso un modello di controllo da terra*, cit., 826. Sul superamento del modello tradizionale alla luce della ris. IMO A.1158(32) e sull'avvicinamento all'*Air Traffic Control* v. ibi, 819.

⁷² Sull'estensione dei servizi VTS oltre il mare territoriale, fino alla zona economica esclusiva e all'alto mare - precedente di servizi di traffico esercitati su spazi non sovrani, come l'orbita - v. M. LANDI, *VTS behind Traditions. L'evoluzione dei servizi di assistenza al traffico marittimo verso un modello di controllo da terra*, cit., 823.

peso della responsabilità, «appare in antitesi rispetto alla ratio sottesa al VTS»⁷³, - può essere utilmente esteso anche al contesto spaziale, soprattutto quando il danno derivi dalla trasmissione di dati di congiunzione inesatti o tardivi. Il diritto della navigazione ha già elaborato, del resto, un criterio di composizione tra i diversi centri decisionali: l'ordine impartito dall'autorità a terra può coesistere con la responsabilità del comandante per la manovra eseguita a bordo⁷⁴. Su questa base può essere costruita anche una responsabilità del gestore dei sistemi di ausilio alla navigazione, fondata sul principio dell'affidamento e, nei casi in cui ne ricorrano i presupposti, su una vera e propria posizione di garanzia, secondo un modello già riconosciuto con riferimento ai controllori del traffico aereo⁷⁵. Il problema si pone con particolare evidenza quando l'informazione fornita dal sistema sia necessaria per assumere la decisione e non sia ragionevolmente verificabile dall'utilizzatore. Si pensi, nel settore spaziale, all'operatore satellitare che riceva un *conjunction data message* inesatto o al sistema anticollisione automatico che fornisca indicazioni errate a causa di un difetto del software: in simili ipotesi, attribuire integralmente il sinistro all'utilizzatore significherebbe, in sostanza, introdurre una forma surrettizia di responsabilità oggettiva. L'imputazione dovrà pertanto essere valutata anche con riferimento al gestore del sistema o al produttore, verificando il ruolo concretamente svolto dall'errore o dal malfunzionamento nella produzione dell'evento dannoso⁷⁶. La questione assume ulteriore rilievo nel settore spaziale, nel quale, in assenza di una disciplina internazionale uniforme, la responsabilità per i difetti dei sistemi e dei prodotti rimane affidata prevalentemente agli ordinamenti nazionali⁷⁷. Inoltre, poiché una parte sempre maggiore delle attività terrestri dipende dal corretto funzionamento dei sistemi satellitari, gli stessi problemi di imputazione si ripropongono su scala globale, rendendo necessario individuare criteri idonei a stabilire a chi debbano essere attribuiti i danni derivanti da errori, interferenze o malfunzionamenti dei segnali satellitari⁷⁸. Tanto la disciplina della rimozione quanto quella del traffico presuppongono, peraltro, l'effettivo esercizio, da parte dello Stato competente, dei propri poteri di controllo sugli operatori. Si tratta di un presupposto che il sistema dell'immatricolazione spaziale, per le ragioni già esposte, non è sempre in grado di garantire e che risulta ulteriormente indebolito dalla possibilità che gli operatori orientino la scelta dello Stato di lancio verso gli ordinamenti meno esigenti,

⁷³ M. LANDI, *VTS behind Traditions. L'evoluzione dei servizi di assistenza al traffico marittimo verso un modello di controllo da terra*, cit., 844.

⁷⁴ LANDI, *VTS behind Traditions. L'evoluzione dei servizi di assistenza al traffico marittimo verso un modello di controllo da terra*, cit., 844 «dal punto di vista legale, l'ordine del VTS e la responsabilità della manovra al comandante coesistono perfettamente».

⁷⁵ M. BADAGLIACCA, *Strumenti di ausilio alla navigazione, cyber security e potere decisionale del comandante di nave*, in *Riv. dir. nav.*, 2022, 3 ss., ivi 23, con richiamo alla giurisprudenza sulla posizione di garanzia dei controllori del traffico aereo.

⁷⁶ M. BADAGLIACCA, *Strumenti di ausilio alla navigazione, cyber security e potere decisionale del comandante di nave*, cit., 22 ss.: «qualora a seguito dell'informazione errata dovuta ad un *cyber* attacco il comandante abbia assunto una decisione rilevatasi [*sic*] poi fatale, appare non corretto imputargli una responsabilità per l'accaduto»; diversamente opinando «si incorrerebbe nel rischio di affermare una responsabilità oggettiva nei confronti del comandante». Per la responsabilità del produttore del sistema anticollisione in caso di errore del software v. la giurisprudenza spagnola richiamata da M. M. COMENALE PINTO, E. G. ROSAFIO, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, cit., 397 ss. Sulla vulnerabilità cibernetica dei sistemi spaziali e sul triplice livello di regolazione che ne governa la sicurezza v. M. MATASSA, *I profili giuridici della cibersicurezza nello Spazio*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 107 ss.

⁷⁷ M. M. COMENALE PINTO, E. G. ROSAFIO, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, cit., 400 s.

⁷⁸ M. M. COMENALE PINTO, E. G. ROSAFIO, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, cit., 400 s.

secondo il fenomeno definito in dottrina *system shopping*⁷⁹, che riproduce, nei suoi tratti essenziali, la ben nota problematica delle bandiere di comodo.

Il diritto marittimo, confrontatosi con tale fenomeno ormai da un secolo, non ha reagito eliminando il primato dello Stato di bandiera, ma affiancandovi forme di giurisdizione funzionale concorrente. In questa prospettiva, il *Port State Control*, fondato sull'art. 218 UNCLOS e sviluppatosi attraverso i memoranda regionali, costituisce «una seconda linea difensiva contro le navi sub-standard⁸⁰», giustificata tanto dall'«interesse preminente della comunità internazionale» quanto dall'esigenza di «non creare vantaggi concorrenziali» a favore degli operatori che si sottraggano ai controlli. Il *Port State Control* viene così ad agire quale organo dell'interesse collettivo, secondo il fenomeno del *dédoublement fonctionnel*⁸¹, arrivando, tra l'altro, a poter esigere la prova dell'assicurazione obbligatoria anche dalle navi battenti bandiera di Stati non contraenti. Il parallelo con il contesto orbitale appare evidente. In assenza di un equivalente del porto marittimo, la funzione di punto di controllo può essere assolta, nello spazio, dall'autorizzazione al lancio e, più in generale, dall'accesso al mercato dei servizi: lo Stato, o l'organizzazione regionale, che subordini l'accesso al proprio mercato al rispetto di determinati standard di mitigazione dei detriti riproduce, infatti, la medesima logica sottesa al *Port State Control*.

È precisamente in questa direzione che si muove la proposta di Regolamento europeo, estendendo i propri requisiti anche agli operatori di Stati terzi che intendano prestare servizi nell'Unione⁸². Si delinea così una sorta di controllo dello «Stato di approdo» esercitato non sul porto, ma sul mercato, che potrebbe rivelarsi, analogamente al *Port State Control* nel settore marittimo, uno degli strumenti più efficaci per assicurare l'osservanza di standard di mitigazione altrimenti destinati a rimanere affidati alla sola *soft law*. L'ultimo apporto dell'esperienza navigazionistica riguarda un profilo trasversale rispetto a quelli sin qui esaminati, vale a dire quello dell'automazione del mezzo. Il satellite privo di capacità di manovra, sempre più frequente nel contesto della produzione seriale dei piccoli satelliti, pone infatti un problema strutturalmente analogo a quello dei veicoli a conduzione autonoma di livello più avanzato: in entrambi i casi, si tratta di mezzi destinati a circolare in un ambiente condiviso senza che un conducente possa intervenire tempestivamente per modificare la traiettoria o prevenire il verificarsi di una collisione.

La dottrina che ha affrontato il tema della responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli autonomi ha evidenziato come, di fronte a una simile configurazione del rischio, le principali alternative regolatorie siano rappresentate dalla responsabilità oggettiva canalizzata e dai sistemi di *risk management*, ricordando come «entrambi i modelli sono sperimentati nel diritto della navigazione e dei trasporti», a partire dal regime dei danni a terzi in superficie previsto dalla Convenzione di Roma del 1952, cui si affiancano l'assicurazione obbligatoria e i fondi di garanzia⁸³.

⁷⁹ M.E. DE MAESTRI, *La governance multilivello delle attività spaziali*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 65 ss., ivi 77: l'estensione della giurisdizione della legge spaziale italiana serve a «evitare che un operatore scelga lo Stato di lancio in ragione del più favorevole regime applicabile (dando vita così a fattispecie di *system shopping*)».

⁸⁰ E.G. ROSAFIO, *Brevi osservazioni sul Port State Control*, in *Riv. dir. nav.*, 2023, 103 ss., ivi 114.

⁸¹ E.G. ROSAFIO, *Brevi osservazioni*, cit., 112.

⁸² V. *infra*, § 6.

⁸³ M. M. COMENALE PINTO, E. G. ROSAFIO, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, cit., 388 e 393, il rilievo che la tutela delle vittime risponde a «considerazioni non dissimili da quelle che hanno a suo tempo indotto all'adozione dei primi regimi di responsabilità oggettiva nel diritto della navigazione, a partire dai danni a terzi in superficie».

La stessa esperienza degli ausili alla navigazione offre, inoltre, un'indicazione rilevante sul piano della distribuzione del rischio: l'automazione non può tradursi in un affidamento incondizionato sulla tecnologia, come dimostra la qualificazione dell'AIS, da parte della normativa IMO, quale «semplice ausilio», rispetto al quale l'utente non deve fare esclusivo affidamento⁸⁴.

Trasposta nel contesto spaziale, tale impostazione suggerisce che la mancanza di capacità di manovra non possa essere considerata, una volta verificatosi il danno, come un fattore idoneo a escludere la responsabilità, ma debba essere valutata a monte, nell'ambito del procedimento di autorizzazione e della gestione preventiva del rischio. Non è dunque casuale che la legislazione belga sulle attività spaziali abbia introdotto una specifica presunzione con riguardo ai satelliti non manovrabili, mentre quella olandese, che in un primo momento ne escludeva la disciplina, sia stata successivamente modificata proprio per ricomprenderli. L'esperienza navigazionistica conduce così a una conclusione di particolare rilievo per il regime dei detriti: l'assenza di capacità di intervento non dovrebbe operare come esimente a valle, ma come elemento da considerare preventivamente nella valutazione dell'affidabilità del mezzo e nella ripartizione dei rischi connessi alla sua immissione e permanenza in orbita.

6. Le risposte interne ed europee: la legge 13 giugno 2025, n. 89 e la proposta di EU *Space Act*

I riferimenti alle legislazioni nazionali sin qui richiamati conducono naturalmente all'esame delle risposte elaborate sul piano interno ed europeo. Che proprio il livello nazionale costituisca la sede fisiologica di completamento del regime internazionale è, del resto, un'acquisizione risalente: la responsabilità internazionale dello Stato di lancio opera infatti «in ogni caso», senza necessità di una previa attuazione interna, ma l'intervento del legislatore nazionale risulta nondimeno opportuno per disciplinare i rapporti di rivalsa con l'operatore, i massimali di responsabilità, l'obbligo assicurativo e, più in generale, i meccanismi di canalizzazione dell'indennizzo verso le vittime⁸⁵. L'Italia, a lungo annoverata tra le poche potenze spaziali prive di una disciplina organica della materia⁸⁶, ha colmato tale lacuna con la legge 13 giugno 2025, n. 89, recante disposizioni in materia di economia dello spazio⁸⁷. Il

⁸⁴ Ris. IMO A.1106(29), punto 42, richiamata da M. BADAGLIACCA, *Strumenti di ausilio alla navigazione, cyber security e potere decisionale del comandante di nave*, cit.: «the user should not rely on AIS as the sole information system».

⁸⁵ M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, in S. ZOLEA (a cura di), *Comparative Visions in Space Law*, Roma, 2024, 253 ss., il regime internazionale «does not require implementation in domestic legislation ..., as the launching State is liable in any case», ma la legislazione nazionale è *advisable* per la rivalsa, i massimali, l'assicurazione e la canalizzazione dell'indennizzo alle vittime; sulla funzione delle leggi nazionali quale «autotutela preventiva», che limita «non la responsabilità, ma il numero dei casi in cui essa possa essere invocata», v. D. PITTELLI, *Il controllo delle attività spaziali e la protezione degli interessi strategici nazionali. Sovrapposizioni e dialogo con la disciplina Golden Power*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 209 ss., ivi 215, nt. 13. Sulla raccomandazione di prevedere rivalsa, assicurazione e indennizzo v. la ris. 68/74 dell'Assemblea generale dell'11 dicembre 2013.

⁸⁶ M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, in S. Zolea (a cura di), *Comparative Visions in Space Law*, Roma, 2024, 259.

⁸⁷ Pubblicata in G.U. 24 giugno 2025, n. 144. Per un primo commento v. S. MARCHISIO, *Le novità del 25 giugno 2025: la Legge n. 89 sull'economia dello spazio e la proposta di Space Act dell'Unione europea*, in *federalismi.it*, 2025, 20; con specifico riguardo ai detriti, F. FABI, *La disciplina giuridica sugli space debris e la nuova legge spaziale italiana*, in *Riv. dir. nav.*, 2025, 547 ss. La legge si segnala anche per l'ampiezza del proprio ambito applicativo, esteso - in funzione dichiaratamente antielusiva - agli operatori di qualsiasi nazionalità sul territorio italiano e agli operatori nazionali all'estero cfr. M.E. DE MAESTRI, *La governance multilivello delle attività spaziali*, in *Dir. cost.*, 2026, 76 ss.; M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, cit., 253 e 259: il regime internazionale «does not require implementation in domestic legislation ..., as the launching State is liable in any case», ma la legislazione nazionale è *advisable* per la rivalsa, i massimali, l'assicurazione e la canalizzazione dell'indennizzo alle vittime; sulla funzione delle leggi

Titolo IV, dedicato alla responsabilità degli operatori spaziali e dello Stato, assume particolare rilievo ai fini dell'analisi qui condotta, poiché recepisce e sviluppa, sul piano interno, alcuni degli schemi propri del diritto della navigazione esaminati nei paragrafi precedenti.

Sul versante preventivo, la legge assoggetta ogni attività spaziale a un regime di autorizzazione (art. 4), subordinato a un procedimento che combina l'istruttoria tecnica dell'Agenzia spaziale italiana con la successiva valutazione dell'autorità politica⁸⁸. Tra i requisiti richiesti assumono particolare rilievo quelli concernenti la mitigazione dei detriti spaziali, comprese le modalità idonee ad assicurare l'eventuale rientro in atmosfera dell'oggetto «in modo sicuro e, ove possibile, controllato», nonché l'obbligo di avvalersi di servizi di prevenzione delle collisioni⁸⁹. Gli standard di mitigazione, che sul piano internazionale conservano in larga misura la natura di raccomandazioni tecniche, vengono così trasformati in condizioni giuridiche di esercizio dell'attività spaziale, secondo quella dinamica di progressiva positivizzazione della *soft law* già evidenziata. Il sistema autorizzatorio non risponde, tuttavia, soltanto a una finalità di sicurezza e di protezione dell'ambiente orbitale: la sua ratio è espressamente duplice, poiché mira tanto a tutelare gli interessi pubblici coinvolti quanto a «evitare che lo Stato italiano possa ritenersi internazionalmente responsabile per le conseguenze di attività spaziali nazionali non autorizzate». In questa prospettiva, il controllo preventivo assume anche una precisa funzione di protezione dell'interesse finanziario dello Stato: poiché su quest'ultimo «ricade la responsabilità oggettiva per eventuali danni cagionati dagli operatori spaziali», il procedimento autorizzatorio consente di selezionare preventivamente le attività ammissibili e di ridurre, per quanto possibile, l'esposizione dell'erario al rischio di responsabilità⁹⁰.

Ne emerge, dunque, un modello nel quale la responsabilità internazionale dello Stato e la regolazione amministrativa dell'operatore non operano su piani separati, ma si integrano attraverso un sistema di autorizzazione, controllo e prevenzione destinato, al tempo stesso, a contenere il rischio di produzione dei detriti e a governare le conseguenze della loro eventuale generazione. Sul piano risarcitorio, l'art. 18 pone a carico dell'operatore una responsabilità oggettiva per i danni cagionati a terzi sulla superficie terrestre o agli aeromobili in volo, dalla quale è possibile liberarsi soltanto dimostrando che il danno sia derivato esclusivamente, e con dolo, dal fatto di un terzo estraneo all'operazione ovvero dal fatto esclusivo del danneggiato⁹¹. La responsabilità è inoltre contenuta entro

nazionali quale «autotutela preventiva», che limita «non la responsabilità, ma il numero dei casi in cui essa possa essere invocata», v. D. PITTELLI, *Il controllo delle attività spaziali e la protezione degli interessi strategici nazionali. Sovrapposizioni e dialogo con la disciplina Golden Power*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 209 ss., ivi 215, nt. 13. Sulla raccomandazione di prevedere rivalsa, assicurazione e indennizzo v. la ris. 68/74 dell'Assemblea generale dell'11 dicembre 2013.

⁸⁸ Sul procedimento bifasico - istruttoria tecnica dell'ASI e valutazione latamente discrezionale dell'autorità politica, con esclusione del silenzio-assenso - v. M. CARRATO, L. GOLISANO, *La legge sul procedimento amministrativo in assenza di gravità*, in *Dir. cost.*, 2026, 194 ss. Sui rapporti fra il regime autorizzatorio e la disciplina del *golden power* v. D. PITTELLI, *Il controllo delle attività spaziali e la protezione degli interessi strategici nazionali. Sovrapposizioni e dialogo con la disciplina Golden Power*, in *Dir. cost.*, 2026, 217 ss.; sui riflessi del nuovo quadro sulle agenzie v. G. RIVELLINI, *Il personale nelle agenzie spaziali: natura giuridica e prospettive*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 121 ss.

⁸⁹ Art. 5, comma 1, lett. a), l. n. 89 del 2025; sull'obbligo di avvalersi di servizi di prevenzione delle collisioni fra i requisiti soggettivi v. M.E. DE MAESTRI, *La governance multilivello delle attività spaziali*, cit., 77; L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, in *Dir. cost.*, 2026, 55 s., che richiama anche il monitoraggio dei rientri ex art. 11, comma 3.

⁹⁰ M. CARRATO, L. GOLISANO, *La legge sul procedimento amministrativo in assenza di gravità*, in *Dir. cost.*, 2026, cit., 194 e 198.

⁹¹ G. RIVELLINI, *Il personale nelle agenzie spaziali: natura giuridica e prospettive*, cit., 131.

il limite del massimale assicurativo, salvo che ricorrano dolo o colpa grave ovvero siano stati violati gli obblighi relativi alla copertura assicurativa, circostanze che determinano la perdita del beneficio della limitazione⁹². Il raccordo tra la responsabilità interna dell'operatore e quella internazionale dello Stato è assicurato dall'azione di rivalsa prevista dall'art. 19: qualora lo Stato italiano abbia indennizzato uno Stato estero in applicazione della Convenzione del 1972, esso può recuperare dall'operatore quanto corrisposto, di regola entro il medesimo limite del massimale, fatta eccezione per i casi di dolo o colpa grave. A completare il sistema interviene, infine, l'assicurazione obbligatoria prevista dall'art. 21, con un massimale ordinario di cento milioni di euro per sinistro, suscettibile di riduzione, in funzione del livello di rischio, a cinquanta milioni e, per le *start-up* e le attività di ricerca, a venti milioni⁹³. L'assetto così delineato richiama da vicino i regimi navigazionistici elaborati per la gestione dei rischi catastrofali: responsabilità oggettiva, ma non assoluta, temperata da esoneri tassativi per rischi anomali; limitazione dell'obbligazione risarcitoria, con perdita del beneficio in caso di dolo o colpa grave, secondo il modello della *wilful misconduct* proprio dei regimi uniformi⁹⁴; assicurazione obbligatoria commisurata al limite di responsabilità; e, infine, canalizzazione della responsabilità sull'operatore, mentre lo Stato conserva il ruolo di garante sul piano internazionale, salvo il diritto di rivalsa nei suoi confronti. Si tratta di uno schema bifasico che la dottrina internazionalistica aveva già individuato quale possibile punto di equilibrio tra l'esigenza di contenere l'esposizione dell'erario e quella di non gravare eccessivamente un'industria ancora in fase di sviluppo: lo Stato assume la responsabilità sul piano internazionale, recupera dall'operatore quanto corrisposto entro il limite stabilito e sopporta, in ultima istanza, i danni eccedenti di «entità catastrofica»⁹⁵. La medesima logica trova riscontro in diverse esperienze straniere, dalla legislazione francese del 2008 a quella belga del 2005⁹⁶.

Anche la scelta di limitare la responsabilità dell'operatore, che potrebbe apparire a prima vista poco coerente con il carattere illimitato della responsabilità dello Stato ai sensi dell'art. II della Convenzione, si inserisce, del resto, nella tradizione dei regimi navigazionistici, nei quali i limiti risarcitori sono stati storicamente giustificati dall'esigenza di proteggere e favorire attività economiche caratterizzate da elevata esposizione al rischio⁹⁷.

Su questo quadro interno si innesta, sul piano europeo, la proposta di regolamento sulla sicurezza, resilienza e sostenibilità delle attività spaziali (*EU Space Act*), presentata dalla Commissione il 25 giugno 2025⁹⁸.

⁹² Art. 18, l. n. 89 del 2025. Sulla sospensione o revoca dell'autorizzazione in caso di mancata stipula dei contratti assicurativi o di mancato mantenimento della garanzia v. D. PITTELLI, *Il controllo delle attività spaziali e la protezione degli interessi strategici nazionali. Sovrapposizioni e dialogo con la disciplina Golden Power*, cit., 214.

⁹³ Artt. 19 e 21, l. n. 89 del 2025.

⁹⁴ Sulla colpa temeraria e consapevole quale causa di decadenza dai limiti risarcitori nei regimi uniformi del trasporto, e sulle osmosi fra le varie modalità, M.M.COMENALE PINTO, *Il diritto della navigazione e dei trasporti nell'età digitale. Nihil novi sub sole et supre marem*, cit., 810 ss.

⁹⁵ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Strategie dello spazio*, cit., 50; Id., M. PEDRAZZI, *Liability for Damage Caused by Space Objects: The Interplay between International and National Law*, cit., 256 s., ove il rilievo che la composizione dei due interessi contrapposti - evitare perdite per l'erario e sostenere l'industria spaziale - passa per il *cap* alla rivalsa accompagnato dall'obbligo assicurativo fino al *cap*, con eccezioni per il caso di violazioni (leggi belga e francese).

⁹⁶ R. ROSANELLI, *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, cit., 178 ss.

⁹⁷ M. M. COMENALE PINTO, *Contratti di trasporto e innovazione tecnologica*, in *El transporte ante el desarrollo tecnológico y la globalización* (a cura di) V. CAMPOL, CIARA, GILBERT GASCON, ALBANO, A Coruna, Spagna, 2022, 556 ss., nt. 57, con richiamo alla dottrina classica.

⁹⁸ COM(2025) 335 final del 25 giugno 2025, fondata sull'art. 114 TFUE; l'applicazione è prevista a decorrere dal 1° gennaio 2030. Sulla scelta della base giuridica del mercato interno per aggirare il divieto di armonizzazione ex

La proposta mira a realizzare un quadro normativo uniforme per le attività spaziali nell'Unione, perseguendo un'armonizzazione delle discipline nazionali che, secondo una lettura più critica, potrebbe finire per sostituirle in larga parte⁹⁹.

Particolare attenzione è dedicata proprio alla prevenzione dei rischi connessi ai detriti, attraverso prescrizioni concernenti la tracciabilità degli oggetti, la manovrabilità, l'obbligo di ricorrere a servizi di prevenzione delle collisioni, la gestione del fine vita e, più in generale, la predisposizione delle infrastrutture alla manutenzione e alla gestione in orbita¹⁰⁰.

Per la prospettiva qui adottata assumono rilievo, da un lato, l'estensione di tali requisiti anche agli operatori di Stati terzi che intendano offrire servizi nel mercato dell'Unione, secondo la logica, già esaminata, di un controllo assimilabile a quello esercitato dallo «Stato di approdo», nel quale l'accesso al mercato diviene strumento di attuazione di standard destinati ad assumere una portata più ampia¹⁰¹; dall'altro, la scelta di lasciare sostanzialmente fuori dal processo di armonizzazione i profili della responsabilità e dell'assicurazione, che continuano a essere rimessi alle discipline nazionali¹⁰². Si determina così una singolare asimmetria: proprio nel segmento risarcitorio e assicurativo, nel quale l'esperienza del diritto della navigazione offre modelli particolarmente maturi di canalizzazione del rischio, limitazione della responsabilità, assicurazione obbligatoria e tutela delle vittime, il processo di integrazione europea rimane, allo stato, incompleto.

7. Prospettive de iure condendo: rimozione attiva, garanzie finanziarie, generazioni future

Il quadro sin qui ricostruito, nel quale il regime internazionale convive con discipline interne ed europee di diversa maturità, consente di individuare alcune direttrici lungo le quali il sistema appare destinato a evolvere, attraverso una progressiva integrazione degli apporti del diritto internazionale dello spazio e dell'esperienza del diritto della navigazione. Una prima linea di sviluppo riguarda la rimozione dei detriti esistenti: gli studi tecnici indicano infatti che la popolazione dei detriti nelle orbite basse è destinata a crescere anche nell'ipotesi, peraltro difficilmente realizzabile, di piena osservanza delle linee guida, di mitigazione, sicché la salvaguardia dell'ambiente orbitale richiede, accanto alla prevenzione della produzione di nuovi detriti, il ricorso alla rimozione attiva (*active debris removal*), la cui concreta fattibilità trova una prima verifica nelle missioni dimostrative in corso, dall'ispezione ravvicinata di uno stadio di lanciatore realizzata dalla missione giapponese ADRAS-J alla missione europea *ClearSpace-1*¹⁰³. Il principale ostacolo a tali operazioni, tuttavia, non appare di natura tecnologica, bensì

art. 189 TFUE v. M.E. DE MAESTRI, *La governance multilivello delle attività spaziali*, cit., 81 s.; C. CELLERINO, *La proposta di "EU Space Act" e il suo possibile impatto*, in *Dir. cost.*, 2026, 1, 87 ss.

⁹⁹ C. CELLERINO, *La proposta di "EU Space Act" e il suo possibile impatto*, cit., 102 s.: le leggi nazionali su autorizzazione e vigilanza, «lungi dall'essere "armonizzate", sarebbero del tutto "sostituite" dall'atto in questione, con buona pace del disposto di cui all'art. 189 TFUE e dei suoi limiti».

¹⁰⁰ C. CELLERINO, *La proposta di "EU Space Act" e il suo possibile impatto*, cit., 99 ss.: le norme di sicurezza «sono finalizzate ad attenuare i rischi di collisioni, a ridurre la produzione di detriti in orbita e a garantire la sicurezza dei lanci e dei rientri». I dati posti dalla Commissione a fondamento della proposta stimano in circa 128 milioni i frammenti inferiori al centimetro e in circa 900.000 quelli fra uno e dieci centimetri (ivi, 92, nt. 15).

¹⁰¹ C. CELLERINO, *La proposta di "EU Space Act" e il suo possibile impatto*, cit., 98 s., con riferimento al registro degli operatori di Stati terzi e alle decisioni di equivalenza.

¹⁰² C. CELLERINO, *La proposta di "EU Space Act" e il suo possibile impatto*, cit., 102 s.

¹⁰³ La missione ADRAS-J di Astroscale, lanciata nel febbraio 2024 nell'ambito del programma dimostrativo dell'agenzia giapponese JAXA, ha completato l'ispezione ravvicinata — fino a quindici metri — di uno stadio superiore H-2A di circa tre tonnellate, alla cui cattura e rimozione è destinata la successiva missione ADRAS-J2; la missione *ClearSpace-1*, commissionata dall'ESA, ha dovuto mutare obiettivo dopo che il bersaglio originario — l'adattatore VESPA di un lanciatore Vega — è stato a propria volta colpito da un detrito nell'agosto 2023: circostanza che plasticamente conferma l'urgenza del problema. Sull'emersione di un settore del *debris removal*

giuridica, ed è rappresentato dalla persistente giurisdizione dello Stato di immatricolazione sull'oggetto non più funzionante, che rende problematico procedere alla sua rimozione senza il consenso dello Stato competente. Anche sotto questo profilo, il modello offerto dalla Convenzione di Nairobi appare particolarmente significativo: la sequenza della notifica, della dichiarazione di pericolosità, dell'intimazione al proprietario affinché provveda entro un termine e, infine, dell'intervento sostitutivo a sue spese¹⁰⁴ potrebbe costituire la base procedimentale di un futuro regime di rimozione dei detriti spaziali. In una prospettiva più avanzata, si è altresì ipotizzato che il rifiuto arbitrario del consenso alla rimozione di un oggetto pericoloso possa integrare un abuso del diritto e che l'occupazione indefinita delle orbite mediante oggetti non più funzionanti possa tradursi, sia pure indirettamente, in una violazione del divieto di appropriazione. Alla disciplina della rimozione si collega strettamente quella delle garanzie finanziarie, poiché l'esperienza navigazionistica mostra come i regimi di responsabilità per rischi catastrofici acquistino effettività soltanto quando siano accompagnati da adeguati meccanismi di garanzia, quali l'assicurazione obbligatoria con azione diretta, la certificazione statale delle coperture e i fondi integrativi alimentati dall'industria, secondo il modello ormai consolidato dei fondi per l'inquinamento da idrocarburi.

Proprio per i danni provocati da detriti non identificabili, che per definizione sfuggono all'ordinario regime convenzionale, è stata prospettata la costituzione di un fondo internazionale destinato tanto all'indennizzo quanto alla bonifica¹⁰⁵, capace di riprodurre, in ambito orbitale, la funzione svolta dai fondi IOPC: garantire alla vittima un ristoro anche in assenza dell'identificazione del responsabile e trasferire il costo complessivo del rischio sul settore industriale che lo genera. Nella medesima prospettiva si collocano le proposte di modulare l'obbligo assicurativo in funzione del grado di adesione agli standard di mitigazione e, più in generale, di ricorrere a meccanismi di mercato per governare l'allocazione delle risorse orbitali, attraverso sistemi di quote negoziabili di occupazione, secondo una logica volta a contrastare la congestione dell'orbita quale particolare manifestazione della tragedia dei beni comuni.

Queste direttrici di sviluppo trovano, infine, un più ampio fondamento assiologico nella riforma costituzionale del 2022, che, inserendo nell'art. 9 Cost. la tutela dell'ambiente «anche nell'interesse delle future generazioni», offre una base costituzionale a una concezione della sostenibilità spaziale quale dovere intergenerazionale: non è infatti mancato chi ha sostenuto che la nozione costituzionale di ambiente possa ricomprendere, in via interpretativa, anche lo spazio extra-atmosferico e che l'art. 9 Cost. possa quindi fungere da fondamento per obblighi interni di mitigazione e rimozione. La prospettiva converge con quella internazionalistica che interpreta la protezione dell'ambiente orbitale alla luce dei principi dello sviluppo sostenibile e dell'equità intergenerazionale¹⁰⁶, nonché con l'elaborazione, di

and reutilization v. L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, cit., 56.

¹⁰⁴ Sull'estensibilità del modello di Nairobi cfr. M.M. COMENALE PINTO, *I relitti tra diritto uniforme e codice della navigazione italiano di fronte alla prospettiva di ratifica della convenzione di Nairobi del 18 maggio 2007 (WRC 2007)*, cit., 513.

¹⁰⁵ La proposta di un fondo internazionale per la bonifica dello spazio extra-atmosferico, destinato ai danni da detriti non identificabili, è richiamata da L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, cit., 52.

¹⁰⁶ F. IPPOLITO, *L'intérêt d'un droit environnemental de l'espace : la « responsabilisation » des activités spatiales*, in *Revue juridique de l'environnement*, 2025, 50, 91. Sulla funzione residua del patrimonio comune dell'umanità quale «argine giuridico alle pretese statali di controllo e sfruttamento esclusivi» e strumento di protezione dei beni comuni «a favore delle generazioni future» v. P. PUSTORINO, *Spazio extra-atmosferico e beni comuni nel diritto internazionale*, cit., 27. Sulla necessità che le attività spaziali non compromettano «la fruibilità dello spazio per le

esplicita matrice ambientalistica, del principio di «spazio sostenibile»¹⁰⁷. Anche sotto questo profilo, l'esperienza dei settori contigui assume un valore anticipatore: l'evoluzione della responsabilità per i danni all'ambiente marino - dal pregiudizio ai beni privati alla tutela di un patrimonio collettivo, dalla colpa alla responsabilità oggettiva canalizzata, dal risarcimento per equivalente al ripristino - sembra infatti delineare, almeno nelle sue linee essenziali, una traiettoria destinata a riproporsi anche nella disciplina dell'ambiente orbitale, nel passaggio da una logica prevalentemente risarcitoria e reattiva a un sistema orientato alla prevenzione, alla bonifica e alla conservazione dell'ambiente per le generazioni future¹⁰⁸.

8. Conclusioni

In definitiva, l'indagine svolta mostra come il problema della responsabilità per i danni da detriti spaziali non possa essere affrontato adeguatamente attraverso la sola applicazione delle categorie proprie del diritto internazionale dello spazio, ma richieda un progressivo arricchimento del sistema mediante l'apporto di esperienze normative maturate in settori caratterizzati da analoghe condizioni di rischio.

Il dato dal quale muovere è che il regime internazionale vigente, pur essendo sufficientemente ampio da ricomprendere i detriti nella nozione di oggetto spaziale e da assoggettarli, almeno in linea di principio, alle regole di responsabilità previste dalla Convenzione del 1972, è stato concepito per una realtà profondamente diversa da quella attuale: non per un ambiente orbitale congestionato, nel quale operano una pluralità crescente di soggetti pubblici e privati e nel quale la produzione e la permanenza di detriti costituiscono un rischio sistemico, ma per la gestione di eventi dannosi riconducibili, in termini relativamente semplici, a singoli oggetti e ai rispettivi Stati di lancio. È precisamente questo scarto tra la struttura originaria del regime e la trasformazione dell'ambiente spaziale a rendere necessario il ricorso a strumenti ulteriori, capaci di operare là dove la disciplina convenzionale mostra i propri limiti: dalla prevenzione della formazione dei detriti alla loro individuazione e tracciamento, dalla gestione del traffico alla rimozione degli oggetti pericolosi, fino alla predisposizione di adeguati meccanismi di responsabilità, assicurazione e garanzia finanziaria. In tale prospettiva, l'esperienza del diritto della navigazione assume un rilievo che va oltre il semplice valore analogico. Gli istituti elaborati in materia di responsabilità per attività pericolose, di relitti, di assistenza al traffico e di controllo sugli operatori costituiscono infatti risposte a una medesima esigenza di fondo: impedire che la libertà di utilizzare un ambiente comune e il carattere intrinsecamente rischioso dell'attività svolta determinino una sistematica traslazione dei costi del rischio sui terzi o sulla collettività.

La limitazione della responsabilità, l'assicurazione obbligatoria, la canalizzazione dell'obbligo risarcitorio, l'intervento sostitutivo per la rimozione degli oggetti pericolosi e l'attribuzione di poteri di controllo a soggetti diversi da quello direttamente responsabile dell'attività rappresentano, sotto questo profilo, tecniche tra loro complementari, attraverso le quali il diritto della navigazione ha

generazioni future» v. anche I.C. DE ROSA, S. SCREPANTI, *Space mining, Space mining. tra potere pubblico e attività privata*, in *Dir. cost.*, 2026, 46.

¹⁰⁷ L. ARISTEI, *La sostenibilità ambientale delle attività spaziali tra debris e future generazioni*, cit., 63.

¹⁰⁸ M. F., TOMMASINI, *Profili giuridici della responsabilità civile per danni all'ambiente marino*, in *ambiente ediritto*, 2026, 2 ss., ove la ricostruzione dell'ambiente come «bene giuridico unitario, immateriale e di appartenenza collettiva» e del doppio regime di imputazione della dir. 2004/35/CE. Non è forse superfluo notare che la stessa prevenzione dei danni all'ambiente marino si affida ormai alla sorveglianza satellitare (ivi, 13): i due ambienti - marino e orbitale - sono avvinati da una interdipendenza anche funzionale. Sui satelliti per l'osservazione della Terra quale infrastruttura del monitoraggio ambientale v. L. IZZO, C.C. CAMPANILE, *I satelliti per l'osservazione della Terra, tra opportunità e rischi*, in *EJPLT, Special Issue 2025*; L. IZZO, *L'osservazione della Terra mediante satelliti: prospettive sulla privacy*, in *Futuri*, 2024, 21, 269 ss.

progressivamente cercato di conciliare lo sviluppo di attività economicamente e socialmente rilevanti con l'esigenza di proteggere i terzi e l'ambiente. La loro trasposizione nel contesto spaziale non può naturalmente essere automatica: la persistente giurisdizione dello Stato di immatricolazione, la natura internazionale dell'ambiente orbitale, l'assenza di un'autorità sovranazionale dotata di poteri generali di controllo e la particolare difficoltà di individuare l'origine dei detriti impongono adattamenti che tengano conto delle peculiarità del settore.

Ciò non toglie, tuttavia, che proprio la comparazione con il diritto della navigazione consenta di individuare una direzione evolutiva sufficientemente precisa: la trasformazione di standard tecnici in condizioni di autorizzazione, il rafforzamento dei servizi di sorveglianza e gestione del traffico, la predisposizione di procedure per la rimozione dei detriti, l'estensione dei meccanismi assicurativi e l'introduzione di forme di garanzia collettiva appaiono tutti elementi di un medesimo processo, volto a trasferire progressivamente il sistema da una logica prevalentemente reattiva, incentrata sul risarcimento del danno già verificatosi, a una logica preventiva e di gestione del rischio.

In questo processo, la legge italiana n. 89 del 2025 e la proposta di *EU Space Act* rappresentano segnali significativi della progressiva positivizzazione di tali esigenze, mostrando come il livello nazionale ed europeo possa svolgere quella funzione integrativa che, allo stato, il diritto internazionale non sembra in grado di assicurare attraverso una revisione complessiva dei trattati¹⁰⁹.

Ne deriva, pertanto, che l'unitarietà del diritto della navigazione non deve essere intesa come la pretesa di ricondurre fenomeni diversi a un'unica disciplina, né come la possibilità di applicare indistintamente allo spazio categorie elaborate per il mare o per l'aria. Essa va piuttosto colta nella comunanza delle strutture di rischio e delle esigenze di regolazione che caratterizzano la navigazione nei diversi ambienti: quando l'attività umana si svolge in uno spazio sottratto alla sovranità territoriale, quando l'ambiente è condiviso e quando le conseguenze dell'attività possono ricadere su soggetti estranei e difficilmente identificabili, tornano inevitabilmente a emergere problemi analoghi e, con essi, tecniche giuridiche suscettibili di circolare da un settore all'altro.

È in questa prospettiva che il diritto della navigazione conserva, anche di fronte alla progressiva commercializzazione e privatizzazione delle attività spaziali, una funzione che non è soltanto storica o ricostruttiva, ma propriamente sistematica e prospettica: esso costituisce un laboratorio nel quale sono già state sperimentate soluzioni destinate a confrontarsi con la medesima tensione fra libertà di utilizzazione, sviluppo dell'attività economica, prevenzione del rischio e tutela dei terzi che oggi caratterizza l'ambiente orbitale. L'estensione di tale esperienza alla navigazione spaziale non rappresenta, dunque, un'operazione di mera economia concettuale, ma la conseguenza di una più profonda omogeneità degli interessi in gioco; e proprio in questa omogeneità può rinvenirsi, in definitiva, il fondamento dell'attitudine del diritto della navigazione a offrire al diritto dello spazio non un modello da riprodurre integralmente, ma un repertorio di principi, istituti e tecniche regolatorie attraverso cui affrontare le nuove forme di rischio generate dall'espansione delle attività umane oltre l'atmosfera.

¹⁰⁹ M. PEDRAZZI, *Il diritto internazionale dello spazio e le sue prospettive*, in *Strategie dello spazio*, cit., 63 s.: «l'epoca della grande codificazione del diritto dello spazio è probabilmente conclusa», e le prospettive di nuove norme vincolanti appaiono «tutt'altro che incoraggianti». Sulla via della cooperazione internazionale e degli «strumenti accessori», in luogo della revisione del Trattato, v. S. MARCHISIO, *Il Trattato sullo spazio del 1967: passato, presente e futuro*, cit., 210 ss.