

LUISS



Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra in Economia dei mercati e degli intermediari finanziari

Il mercato delle assicurazioni spaziali: l'analisi dei rischi e dei prodotti assicurativi

Prof. Alfredo
Pallini

Relatore

Tommaso Apolloni
matr.241741

Candidato

Anno Accademico 2023/2024

Ai miei fratelli,
ai miei genitori,
e agli amici di sempre.

INDICE

INTRODUZIONE	3
1) IL MERCATO ASSICURATIVO SPAZIALE: PANORAMICA E CONTESTO OPERATIVO	5
1.1 Panoramica del mercato assicurativo spaziale.....	5
1.2 Principali attori e stakeholders.....	8
1.3 Regolamentazione e quadro normativo.	10
2) IL MERCATO ASSICURATIVO SPAZIALE: ANALISI DEI RISCHI E PRODOTTI ASSICURATIVI	13
2.1 Identificazione e analisi dei rischi nel settore spaziale.....	13
2.1.1 Catalogazione dei rischi associati alle missioni spaziali e la loro frequenza	14
2.2 Prodotti assicurativi nello spazio	22
2.2.1 Panoramica dei prodotti assicurativi esistenti per le attività spaziali.	23
2.3 Il ruolo della riassicurazione nelle missioni spaziali.....	27
3) SFIDE E OPPORTUNITÀ PER LE ASSICURAZIONI SPAZIALI	29
3.1 Dinamiche del mercato e impatto sul settore assicurativo.....	29
3.2 Opportunità per il mercato assicurativo spaziale.....	33
3.3 Rischi per il mercato assicurativo spaziale.....	36
4) CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE	40
5) BIBLIOGRAFIA	43

Introduzione

Nell'epoca attuale, l'ambito dell'assicurazione spaziale riveste un ruolo cruciale, parallelo all'accelerazione dell'esplorazione e dell'utilizzo dello spazio da parte di governi, agenzie spaziali e aziende private. Accelerazione, che apre orizzonti promettenti di scoperte scientifiche e sviluppo tecnologico, ma al contempo pone in primo piano la necessità di una gestione efficace dei rischi insiti in queste ambiziose imprese. In questo contesto, la presente tesi si prefigge di scrutare attentamente il mercato assicurativo spaziale, esaminando dettagliatamente i rischi unici che affliggono il settore e le soluzioni assicurative elaborate per affrontarli.

Nel capitolo 1, faremo un'attenta analisi del contesto operativo del mercato assicurativo spaziale, delineando il panorama complesso in cui si muovono le compagnie assicurative e gli altri attori coinvolti. Esploreremo l'ambito di questo mercato, mettendo in luce le sfide e le opportunità che le diverse entità affrontano. Inoltre, analizzeremo il ruolo cruciale della regolamentazione e del quadro normativo nel plasmare il mercato assicurativo spaziale.

Il capitolo 2 rappresenterà il nucleo centrale di questa tesi, dove affronteremo la complessità dei rischi associati alle missioni spaziali. Eseguiamo una catalogazione accurata dei rischi, suddividendoli in categorie e valutandone la frequenza e la gravità. Attraverso questa analisi dettagliata, identificheremo le aree critiche in cui l'assicurazione spaziale svolge un ruolo fondamentale nella mitigazione dei rischi.

Parallelamente, esploreremo i prodotti assicurativi specificamente concepiti per il settore spaziale nel paragrafo 2.2 faremo una panoramica dei diversi tipi di polizze disponibili, dalla costruzione alla permanenza in orbita e all'eventuale rientro. Nel paragrafo 2.3 approfondiremo il ruolo della riassicurazione nel garantire la sostenibilità delle missioni spaziali e analizzeremo un caso di assicurazione spaziale.

Il capitolo 3 getta l'attenzione sulle sfide e le opportunità emergenti per l'assicurazione spaziale. Analizzeremo le dinamiche in continua evoluzione del mercato, con particolare enfasi sugli impatti sul settore assicurativo. Esamineremo come i progressi tecnologici, come l'uso di razzi riutilizzabili e satelliti avanzati, stiano ridefinendo le strategie assicurative. Inoltre, affronteremo le sfide complesse che le compagnie assicurative devono superare per creare polizze equilibrate e sostenibili in un contesto di alta incertezza.

Il capitolo 4, infine, concluderà il nostro lavoro, riepilogando i principali punti di discussione e offrendo raccomandazioni concrete per l'industria assicurativa spaziale. Forniremo inoltre spunti per ulteriori ricerche necessarie per affrontare le sfide future in questo settore in costante evoluzione.

In definitiva, questa tesi mira a fornire una visione approfondita e completa del mercato assicurativo spaziale, contribuendo significativamente alla comprensione dei suoi aspetti unici e delle sfide che dovrà affrontare mentre l'umanità continua a esplorare e sfruttare il nostro universo.

1) Il mercato assicurativo spaziale: panoramica e contesto operativo

1.1 Panoramica del mercato assicurativo spaziale.

Il mercato assicurativo spaziale è una nicchia altamente specializzata dell'industria assicurativa globale, che fornisce copertura per i rischi associati alle attività spaziali, inclusi il lancio e il funzionamento di satelliti e veicoli spaziali. La sua complessità deriva dalla natura altamente tecnica e dai rischi significativi coinvolti nelle operazioni spaziali.

L'intersezione tra esplorazione spaziale e rischio assicurativo ha origine dalle prime missioni governative degli anni 60 del '900, e si è man mano evoluta, acquistando la sua specifica identità di mercato assicurativo spaziale solo dopo la commercializzazione dello spazio, sia per far fronte all'ingresso nel mercato di nuovi attori commerciali, oltre alle già presenti agenzie spaziali nazionali, sia per affrontare le nuove sfide uniche nella gestione del rischio causate da un esponenziale incremento del progresso tecnologico in questo ambito.

In una prospettiva storica, i primi contratti assicurativi spaziali venivano emessi come un'estensione delle polizze marittime, trattando i veicoli spaziali in maniera simile a navi in mare aperto. Tuttavia, la crescita esponenziale della tecnologia ha reso questo settore un campo altamente specializzato, dove la valutazione dei rischi richiede un *expertise* tecnica di alto livello. Nella sua attuale incarnazione, il mercato assicurativo spaziale è caratterizzato da un elevato grado di volatilità, in parte a causa della bassa frequenza ma alta gravità dei sinistri. I lanci falliti o le disfunzioni in orbita possono comportare perdite significative, con il costo di un singolo sinistro che può facilmente superare le centinaia di milioni di dollari.

La copertura assicurativa fornita in questo mercato a livello globale può essere suddivisa in diverse categorie, alcune delle quali sono:

- Le assicurazioni pre-lancio, che coprono eventuali danni a satelliti o veicoli di lancio durante le fasi di costruzione, trasporto e le fasi di lavorazione prima del lancio.
- Le assicurazioni di lancio che coprono le perdite di satelliti che possono verificarsi durante le fasi di lancio. Assicurano contro il totale fallimento di un lancio o nel caso di fallimento da parte del vettore di posizionare il satellite nella corretta orbita.

- Le polizze *in-orbit* che assicurano i satelliti per eventuali problemi tecnici o danni dopo essere stati posti nell'orbita corretta dai veicoli di lancio per un determinato periodo di operatività del satellite.
- Le assicurazioni per la responsabilità civile verso terzi e le assicurazioni sulla proprietà governativa, che proteggono i fornitori di servizi di lancio e i loro clienti in caso di lesioni pubbliche o danni alla proprietà governativa, rispettivamente, causati dal lancio o dal fallimento della missione.
- Le garanzie di rilancio, che sono una forma di assicurazione di lancio in cui una società di lancio funge da fornitore di assicurazioni per i propri clienti. Quando un lancio fallisce e un cliente ha accettato un rilancio invece di un pagamento in contanti, il fornitore di servizi di lancio rilancia il carico sostitutivo del cliente. Il fornitore dei servizi di lancio spesso si proteggerà acquistando un'assicurazione per una serie di lanci, distribuendo così il rischio su una serie di eventi e ricevendo tariffe migliori di quelle che si potrebbero ottenere per un singolo evento di lancio.¹

Il mercato globale è dominato da un numero ristretto di compagnie di assicurazione e riassicurazione internazionali. Queste entità sono caratterizzate da una notevole capacità finanziaria e da *team* di ingegneri e specialisti che lavorano per valutare accuratamente i rischi associati a ciascuna missione.

Alcuni dei principali attori operanti nel settore spaziale sono: AXA XL, HDI Global Specialty SE, PICC Property and Casualty Company Limited, Munich Re, Starr, Assure Space (AmTrust), Brit Group Services, Global Aerospace, Allianz e Atrium Underwriting Group².

La volatilità di questo mercato è evidente se si analizzano i tassi di assicurazione del solo rischio di lancio, che variano anche in funzione della qualità del veicolo utilizzato per il lancio, che rispetto al 3%, tasso precedente al 2019, oscillano tra il 5% e il 18% sul valore del satellite lanciato al quale vanno aggiunti altri costi, come il costo del lancio, i costi finanziari e i costi assicurativi. Per la copertura *in-orbit* invece, il tasso si attesta tra lo 0,4% e il 2% annuo. La crescita dei tassi registrata dopo il 2019 è dovuta alle numerose perdite avute, dal mercato, durante l'anno. Nel 2021 invece si è riscontrata una raccolta di premi stimata in circa 517 milioni di dollari a fronte di una perdita di 370 milioni; quindi, ci si aspetta, in mancanza di

¹ FAA, rapporto trimestrale sui lanci del quarto trimestre 2002, pag.8:

https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/q42002.pdf

² Isp.page, ultime tendenze nel mercato del lancio di satelliti e dell'assicurazione spaziale:

<https://isp.page/news/it/ultime-tendenze-nel-mercato-del-lancio-di-satelliti-e-dellassicurazione-spaziale/> - gsc.tab=0

gravi incidenti, una continua crescita del mercato e una diminuzione dei tassi ai livelli registrati prima del 2019³.

Con l'aumentare del numero di lanci, sta aumentando in modo significativo anche il rischio, a fronte però di una riduzione dei premi in quanto la maggior parte dei nuovi satelliti lanciati, sono destinati all'orbita LEO⁴, terreno fertile per l'economia spaziale, ma non per le società di assicurazioni che dovrebbero assumersi la responsabilità di fornire copertura agli stessi rischi di un lancio in orbita GEO⁵, ma con un profitto molto inferiore. Molte compagnie stanno infatti, rivedendo determinate coperture o addirittura uscendo dal mercato come nel caso di Swiss Re e Allianz. Tramite un *report* del gruppo Axa sappiamo che nel 2022 ci sono stati 186 lanci, per un totale di 2500 satelliti portati in orbita. Di questi solo 340 sono stati assicurati. Sempre nel 2022 ci sono stati circa 7000 satelliti in orbita, dei quali 6100 in orbita LEO e di questi solo 63 assicurati. Il problema scaturisce dal fatto che il premio assicurativo è calcolato come percentuale del valore dell'oggetto che deve essere assicurato; perciò, i guadagni per le compagnie sui piccoli satelliti nell'orbita LEO sono circa un decimo di quelle sui satelliti della GEO. Questo mercato, dunque, continuerà a crescere solo se si troverà una soluzione per rendere i premi sufficientemente elevati da compensare il rischio di perdite ingenti, ma anche abbastanza competitivi da attrarre i clienti in un mercato ristretto⁶.

Nonostante l'alta posta in gioco, il mercato offre opportunità significative. L'aumento delle missioni private e commerciali nello spazio ha espanso la richiesta per polizze assicurative. Inoltre, l'innovazione continua nel campo spaziale, come lo sviluppo del turismo spaziale, sta aprendo nuovi orizzonti per il mercato assicurativo.

Il mercato italiano è uno dei leader a livello globale nello sviluppo di nuove tecnologie in ambito spaziale, un esempio di ciò è l'azienda D-orbit che ha progettato uno strumento che, una volta in orbita, è in grado di proiettare fino a 60 minisatelliti con precisione assoluta. Oltre poi alle già ben note Thales Alenia space e Telespazio, entrambe partecipate da Leonardo, sta prendendo piede anche una nuova azienda: Sitael, che sarà il capogruppo di un nuovo programma denominato PLATINO che ha come obiettivo la realizzazione di una piattaforma per minisatelliti dell'ASI (agenzia spaziale italiana)⁷.

³ Insurance trade, assicurazioni per lo spazio, le dimensioni del mercato:

<https://www.insurancetrade.it/insurance/contenuti/osservatori/12792/assicurazioni-per-lo-spazio-le-dimensioni-del-mercato>

⁴ Orbita bassa terrestre

⁵ Orbita geostazionaria

⁶ Space economy 360, satelliti nell'orbita LEO, le assicurazioni cambiano strategia:

<https://www.spaceeconomy360.it/industria-spaziale/satelliti-nellorbita-leo-le-assicurazioni-cambiano-strategia/>

⁷ Insurance trade, assicurazioni per lo spazio, le dimensioni del mercato:

<https://www.insurancetrade.it/insurance/contenuti/osservatori/12792/assicurazioni-per-lo-spazio-le-dimensioni-del-mercato>

La quantità di detriti spaziali che si trovano nell'orbita terrestre, sta sempre più diventando un rischio primario per i viaggi spaziali e con lo sviluppo di questi nuovi minisatelliti destinati alla LEO, il rischio non farà che aumentare e ciò con tutta probabilità avrà un notevole impatto anche sul costo delle polizze assicurative. Molte aziende, tra cui Airbus col suo Detumbler, stanno sviluppando e testando dispositivi in grado di "catturare" e impedire ai satelliti, giunti a fine vita, di roteare liberamente nello spazio, creando come già detto un potenziale rischio. Guardando al futuro, la sostenibilità e la gestione dei detriti spaziali sono diventati argomenti di primaria importanza. Le compagnie di assicurazione sono chiamate a svolgere un ruolo cruciale nella promozione di pratiche di lancio responsabili e nella minimizzazione dei rischi associati ai detriti in orbita.

In conclusione, il mercato assicurativo spaziale è un settore che, sebbene consolidato nelle sue basi, continua a evolversi al ritmo delle innovazioni tecnologiche e delle aspirazioni umane. Mentre gli occhi del mondo sono puntati verso le stelle, le imprese assicurative lavorano in silenzio per ancorare queste ambizioni alla realtà economica e al terreno della fattibilità finanziaria.

1.2 Principali attori e stakeholders.

Il mercato assicurativo spaziale rappresenta un microcosmo di collaborazione e interdipendenza tra vari attori e stakeholder, ciascuno con un ruolo vitale e distintivo. Questa sinergia tra entità diverse è l'impalcatura portante che sostiene l'intero settore, rendendolo uno dei più intriganti e complessi nell'ambito delle assicurazioni.

Al centro del mercato troviamo gli assicuratori e riassicuratori, *player* come la Lloyd's di Londra⁸, che hanno una lunga storia nell'assicurazione spaziale, fornendo copertura sin dalle prime missioni. Queste istituzioni detengono il rischio finanziario delle operazioni spaziali e si avvalgono della riassicurazione per diversificare tale rischio, con giganti del settore come Swiss Re e Munich Re che fungono da baluardi finanziari nei casi di sinistri di grande entità. Questi attori hanno inoltre largamente contribuito all'evoluzione del mercato grazie all'investimento in aziende innovative che sviluppano tecnologie per migliorare la sottoscrizione e la valutazione dei rischi. Un esempio significativo è rappresentato dalla già citata Munich Re, che tramite il

⁸ Enciclopedia Treccani, Lloyds: [https://www.treccani.it/enciclopedia/lloyd-s_\(Dizionario-di-Economia-e-Finanza\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/lloyd-s_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza)/)

suo ramo di venture capital, ha investito in Okapi: Orbits, una startup di spacetech che ha creato un software di gestione del traffico spaziale. Questo strumento aiuta a coordinare le operazioni di satelliti, razzi e sensori, rendendo le attività spaziali più sicure ed efficienti.

In Italia, un'interessante collaborazione si è affermata tra Generali e Ticinum Aerospace, uno spin-off dell'Università di Pavia specializzato nell'intelligenza artificiale e nell'elaborazione di dati geospaziali. Insieme, hanno sviluppato un sistema all'avanguardia che integra dati satellitari con immagini terrestri in un framework guidato dall'intelligenza artificiale. Questa soluzione permette a Generali di generare una mappa dettagliata del proprio portafoglio immobiliare e di fornire ai clienti gli strumenti per attuare le misure più efficaci nel mitigare i rischi associati alle catastrofi naturali⁹.

I broker di assicurazioni spaziali, come Marsh & McLennan e AON, giocano il ruolo di consulenti specializzati che facilitano la negoziazione tra i clienti e le compagnie assicurative. La loro perizia nel settore permette una valutazione accurata dei rischi e una corrispondente stesura delle polizze, ottimizzando così la corrispondenza tra il bisogno di copertura e l'offerta sul mercato.

Nel contesto operativo, le agenzie spaziali e gli operatori satellitari sono i clienti principali del mercato. Agenzie come la NASA, l'ESA e l'ASI, insieme a operatori come SpaceX, Blue Origin o Virgin Galactic sono costantemente alla ricerca di polizze che possano coprire i loro ambiziosi progetti. Queste entità non solo richiedono protezione finanziaria per i loro satelliti o i loro lanci, ma spesso anche per le infrastrutture a terra e per i potenziali danni a terzi.

La regolamentazione internazionale è supervisionata da entità come l'ITU, che coordina l'uso delle orbite satellitari, e l'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU), che attraverso il suo Ufficio per gli Affari dello Spazio Extra-atmosferico, stabilisce linee guida e trattati per l'uso pacifico dello spazio. Questi enti hanno il potere di influenzare direttamente le policy assicurative attraverso i loro regolamenti e standard.

I fornitori di lancio, come Arianespace e United Launch Alliance (ULA), sono un altro tassello cruciale, poiché la loro affidabilità e il successo storico dei lanci si traducono in premi assicurativi più favorevoli per i loro clienti. Un track record positivo di lanci sicuri e riusciti può significare premi più bassi, mentre una serie di incidenti potrebbe portare a un aumento dei costi assicurativi.

⁹ Insurzine, Space economy, un mercato interessante anche per le assicurazioni: <https://www.insurzine.com/2023/02/09/space-economy-un-mercato-interessante-anche-per-le-assicurazioni/>

Il mercato non può funzionare senza gli esperti legali e consulenti di rischio, i quali navigano il complesso intreccio di regolamenti internazionali e nazionali, guidando le compagnie di assicurazione attraverso le sfide della conformità e della mitigazione dei rischi. Studi legali specializzati come Hogan Lovells o Reed Smith offrono consulenza in materia di diritto spaziale e di contrattualistica internazionale.

Le istituzioni accademiche e i centri di ricerca, come il MIT e il Caltech, spingono i confini della tecnologia e forniscono dati e ricerche che possono migliorare la comprensione dei rischi spaziali e influenzare l'industria assicurativa con nuove metriche per la valutazione dei rischi. Infine, le startup e gli innovatori, come Planet Labs e Rocket Lab, stanno ridefinendo il panorama spaziale con piccoli satelliti e lanci a basso costo, creando così la necessità di prodotti assicurativi su misura che possano rispondere alle esigenze di un mercato in rapida evoluzione.

1.3 Regolamentazione e quadro normativo.

All'interno del particolare contesto del mercato assicurativo spaziale, la regolamentazione si estende su più livelli, abbracciando trattati internazionali e normative nazionali e si presenta come un'evoluzione delle normative marittime, adattate per far fronte alla frontiera finale dell'esplorazione umana. Come i trattati marittimi del passato hanno navigato le acque internazionali, così il trattato sullo spazio extra-atmosferico del 1967¹⁰ e i suoi accordi complementari hanno fissato le basi per l'uso e l'esplorazione dello spazio, delineando i principi di non-appropriazione dello spazio da parte di nessuna entità nazionale e fissando la responsabilità collettiva per le attività spaziali. Questo quadro internazionale è supportato da ulteriori regolamentazioni europee emanate da enti come l'ESA e l'Unione Europea, che governano la sicurezza e la gestione del traffico spaziale, e impongono standard rigorosi su responsabilità e trasferimento tecnologico. Tuttavia, il trattato sullo spazio del 1967 è solo una delle fonti del diritto cosmico o aerospaziale internazionale, che è composto anche da:

- Il trattato di Mosca del 1963, stipulato tra Stati Uniti, Regno Unito e URSS, che sancisce il bando di esperimenti di armi nucleari nell'atmosfera, nello spazio cosmico e negli spazi subacquei.

¹⁰ *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, adopted on 19 Dec. 1966, entered into force on 10 Oct. 1967 610 UNTS 205*

- La convenzione sui diritti degli astronauti e i diritti sugli oggetti posti nello spazio extra-atmosferico del 1968¹¹.
- La convenzione sulla responsabilità dei danni causati da oggetti spaziali del 1972¹².
- La convenzione sulla immatricolazione degli oggetti spaziali del 1974¹³.
- Il trattato sulla luna e gli altri corpi celesti del 1979¹⁴.

Parallelamente, le leggi nazionali come quelle degli Stati Uniti, supervisionate dal FAA-AST¹⁵, regolano minuziosamente i lanci commerciali spaziali, assicurando che ogni missione sia conforme sia in termini di sicurezza che di copertura assicurativa. La necessità di coperture assicurative che riflettano la complessità e l'ampiezza dei rischi associati allo spazio, dai danni durante il lancio fino alla responsabilità per incidenti causati da detriti spaziali, richiede un'interpretazione e un'applicazione accurata di queste regole.

Con la proliferazione di detriti spaziali e l'incremento di operazioni commerciali nello spazio, la regolamentazione è costantemente sfidata ad adattarsi. È imperativo che le normative restino al passo con le innovazioni tecnologiche e le nuove modalità di esplorazione spaziale, come ad esempio il turismo spaziale, praticato da compagnie come Virgin Galactic, e le missioni di colonizzazione o esplorazione di asteroidi a scopo minerario, per garantire che siano mantenuti gli standard di sicurezza e di responsabilità. Un esempio di queste normative è rappresentato dalle linee guida per la mitigazione dei detriti spaziali dell'UNOOSA¹⁶.

Il ruolo delle compagnie di assicurazione, in questo contesto, va oltre la semplice fornitura di copertura. Esse devono essere attive partecipanti nel dialogo internazionale, contribuendo alla formazione di politiche che riflettano equamente i rischi e le opportunità del settore. La collaborazione tra agenzie spaziali, operatori privati e regolatori è cruciale per la compliance e per una comprensione condivisa delle responsabilità.

In vista del futuro, il panorama regolatorio del mercato assicurativo spaziale è destinato a evolversi, con l'obiettivo di supportare l'industria spaziale non solo nella sua attuale fase ma anche nelle sue aspirazioni più audaci. La legislazione dovrà bilanciare l'innovazione con la

¹¹ *Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts, and the Return of Objects Launched into Outer Space, adopted on 19 Dec. 1967, entered into force on 3 Dec. 1968, 672 UNTS 119*

¹² *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, adopted on 29 Nov. 1971, entered into force on 1 Sept. 1972, 961 UNTS 187*

¹³ *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space, adopted on 12 Nov. 1974, entered into force on 15 Sept. 1976, 1023 UNTS 15*

¹⁴ *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, adopted on 5 Dec. 1979, entered into force on 11 July 1984, 1363 UNTS 3*

¹⁵ *Federal Aviation Administration, office of commercial space transportation*

¹⁶ *United Nations Office for Outer Space Affairs*

precauzione, la libertà d'esplorazione con la protezione dell'ambiente spaziale e la sicurezza di tutti gli attori coinvolti. In questo equilibrio delicato e dinamico, il mercato assicurativo spaziale continua a navigare, sostenuto da un quadro normativo che è tanto un fondamento quanto un punto di riferimento per il progresso umano oltre la Terra.

2) Il mercato assicurativo spaziale: analisi dei rischi e prodotti assicurativi

2.1 Identificazione e analisi dei rischi nel settore spaziale

Nel contesto dello spazio, i rischi possono manifestarsi in molteplici forme e provenire da diverse fonti, includendo sia fattori tecnici e operativi che considerazioni finanziarie e legali. Il sotto capitolo esplorerà quindi le principali tipologie di rischi, dalle sfide tecniche legate ai lanci e alle operazioni in orbita, ai potenziali impatti finanziari derivanti da malfunzionamenti dei satelliti o eventi esterni imprevedibili, fino alle questioni legali e di responsabilità che sorgono in caso di danni a terzi o controversie contrattuali. Questo processo di identificazione e analisi dei rischi svolge un ruolo cruciale nel plasmare le strategie di gestione del rischio e nel determinare la struttura delle polizze assicurative, fornendo una base solida per la mitigazione degli eventi avversi.

Il paesaggio dei rischi nello spazio è estremamente variegato, spaziando da potenziali guasti tecnici durante i lanci e le operazioni orbitali, a eventi ambientali imprevedibili come radiazioni solari e detriti spaziali; ad esempio, secondo dati forniti dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA), la frequenza di detriti spaziali è in costante aumento, rappresentando una minaccia significativa per le missioni spaziali e i satelliti in orbita.

Oltre ai rischi tecnici, bisogna considerare le implicazioni finanziarie e legali che sorgono in caso di sinistri o controversie contrattuali., infatti, il costo medio di lancio di un satellite può variare da 10 a 400 milioni di dollari, secondo stime fornite dalla Space Foundation, e la perdita di un singolo satellite può comportare perdite finanziarie significative per le compagnie di assicurazione e i loro clienti; ad esempio, nel caso del satellite Telstar 4, lanciato nel 1995 e perso a causa di un guasto al propulsore nel settembre del 2003 , le perdite ammontarono a circa 200 milioni di dollari.

L'analisi dei rischi nello spazio richiede quindi una valutazione approfondita della probabilità e dell'impatto di eventi avversi. In questo contesto, le compagnie di assicurazione spaziale utilizzano una serie di strumenti e metodologie, come i modelli di rischio e le simulazioni di scenario, per valutare in maniera accurata il profilo dei rischi e sviluppare strategie di gestione del rischio personalizzate. Ad esempio, la compagnia di assicurazione XL Catlin ha sviluppato un modello statistico per valutare la probabilità di danni ai satelliti in orbita, tenendo conto di vari fattori come l'età del satellite, l'orbita e l'esposizione ai detriti spaziali.

In sintesi, l'obiettivo di questo sotto capitolo è fornire una fondamentale base concettuale e metodologica per l'analisi dei rischi nel settore assicurativo spaziale, sottolineando l'importanza di un approccio rigoroso e multidisciplinare nella gestione di un panorama così complesso e mutevole.

2.1.1 Catalogazione dei rischi associati alle missioni spaziali e la loro frequenza

L'analisi dei rischi nel contesto spaziale è un compito che richiede non solo una profonda comprensione delle dinamiche tecniche e ingegneristiche ma anche un'applicazione meticolosa di teorie del rischio e modelli assicurativi. La catalogazione dei rischi nelle missioni spaziali si presta a un sistema di classificazione multidimensionale, che abbraccia aspetti tecnologici, ambientali, operativi, finanziari e legali.

Nel panorama spaziale, i rischi tecnologici sono quelli che emergono dalla possibilità di malfunzionamenti dei sistemi di bordo, *software* e *hardware*, dei satelliti o dei veicoli di lancio, così come i vari problemi “fisici” che variano dall'integrità strutturale ai guasti dei propulsori e ancora ai guasti meccanici in genere, che possono occorrere in un ambiente caratterizzato da condizioni estreme.

Per la valutazione di questo genere di rischi, gli assuntori¹⁷ delle compagnie di assicurazione devono prendere in considerazione anche i dati relativi ai malfunzionamenti dei satelliti in orbita, che sono spesso raccolti da osservatori indipendenti come l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e il Center for Space Standards & Innovation (CSSI). Questi dati aiutano a comprendere la distribuzione temporale e la probabilità dei malfunzionamenti una volta che i satelliti hanno raggiunto l'orbita desiderata.

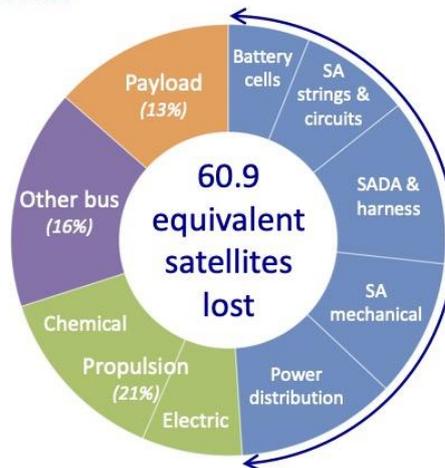
¹⁷ L'assuntore rischi, detto anche Risk Underwriter, nel settore assicurativo è il professionista che ha il compito di valutare il rischio per il quale è richiesta la copertura assicurativa e di conseguenza stabilire l'ammontare del premio assicurativo.

Il seguente diagramma preso da un report di AXA XL sul mercato assicurativo spaziale mostra quali sono le anomalie e i problemi più frequenti che sono stati riscontrati su tutti i lanci di satelliti in orbita geostazionaria dal 2000 ad oggi; si può notare come circa il 50% dei problemi sia di natura elettrica.

Causes of Losses by Subsystem

GEO satellites launched since 2000

- 660+ satellites launched
- 3,100+ satellite-years of health data on 480+ satellites
- 5,300+ anomalies on 390+ satellites
- 480+ “critical anomalies” on 140+ satellites
- 1,200+ anomalies resulting in loss of redundancy



rev. 10-Jan-22

22 AXA

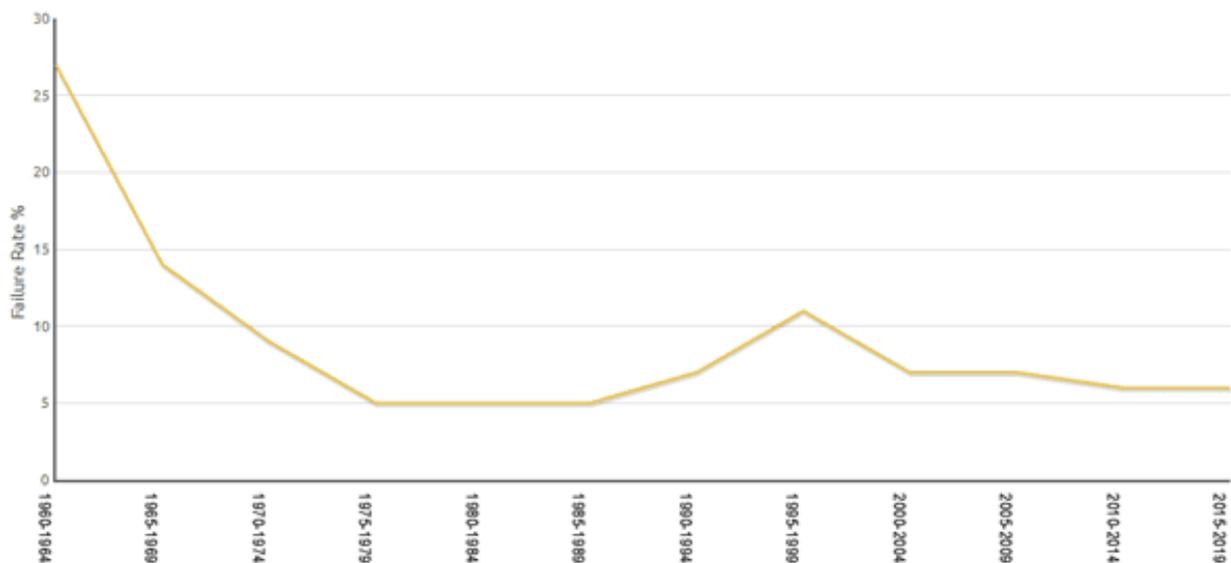
Le compagnie assicurative devono fare affidamento su ingegneri aerospaziali e su dati provenienti da enti come la NASA e l'ESA o dai *player* che svolgono analisi statistiche del mercato spaziale per valutare la probabilità di tali guasti.

Per esempio, le statistiche di SERADATA, un'azienda che monitora i lanci orbitali fin dal lancio dello Sputnik nel 1975, indicano che la probabilità di fallimento di un lancio può variare significativamente in base al veicolo di lancio e alla sua storia operativa.

Se si analizza il tasso di fallimento di lancio, dal primo lancio della storia ad oggi, si potrà notare che per quanto riguarda i lanci con trasporto umano questo è inferiore al 2%, complice la maggiore attenzione ai lanci con equipaggio, ma soprattutto complice il fatto che la

stragrande maggioranza dei voli di questo tipo sono stati eseguiti col vettore russo Soyuz, che avendo operato per decenni, ha raggiunto un livello di affidabilità non indifferente¹⁸.

Un' ulteriore analisi, svolta da SERADATA, dove si evince questa mitigazione del rischio nel tempo è quella presentata nel grafico relativo al vettore cinese *Long March 3* (Changzheng3) il cui tasso di fallimento ha avuto una tendenza decrescente in relazione al tasso del 20-30% registrato nei primi anni d'impiego tra il '60 e il '69, tranne un breve picco di fallimenti negli anni '90 dovuto all'introduzione di nuovi veicoli¹⁹.



¹⁸ Quali sono le probabilità che un lancio spaziale abbia successo? <https://reccom.org/probabilita-di-un-lancio-spaziale-di-successo/>

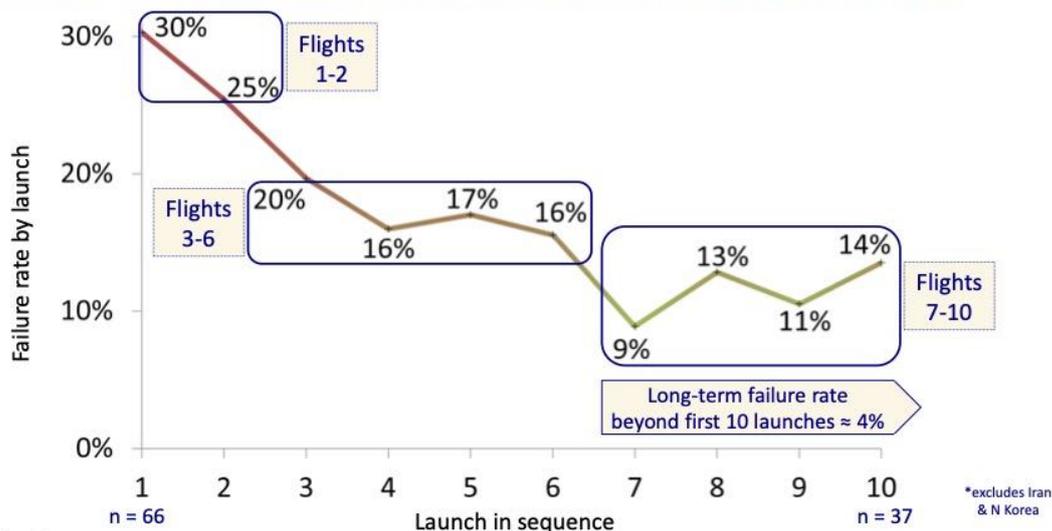
¹⁹ Satellite & insurance space data: <https://www.seradata.com/launch-space-insurance/>

Inoltre, dalla seguente tabella prodotta da AXA XL si evince che il *trend* decrescente di fallimenti registrato dal LM3²⁰ è in linea con la tendenza globale di tutti gli altri lanciatori utilizzati dal 2000 in poi, i quali registrano sempre un tasso di rischio per i primi lanci che si attesta intorno al 30%, che poi tende a decrescere fino ad una media del 4%, dal decimo lancio del vettore utilizzato in poi.

Launch Vehicle Failure Rates

Anomalies and Failures

Each launch, first 10 launches, all orbital launch vehicle families active since 2000*



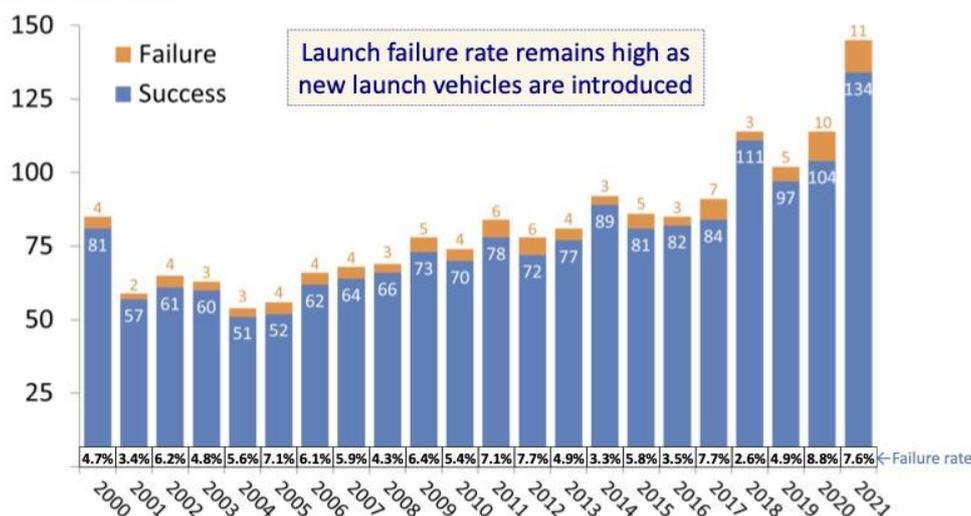
²⁰ "Long March 3"

Mentre quest'altro grafico mostra che il tasso medio di fallimento dei lanci in orbita dal 2000 al 2021 è del 5% che non è affatto un percentuale trascurabile di insuccesso. In questo lasso di tempo gli anni che hanno registrato un picco di fallimenti in rapporto ai successi sono il 2012, 2017 e 2021, nei quali si è sfiorato il tasso dell'8% di fallimento; ad esempio, nel 2021 su 145 voli sono stati registrati 11 fallimenti, cioè in media uno ogni 13 lanci.

Launches to Orbit

Successes vs. failures

Space Industry Activity



rev. 10-Jan-22



Parallelamente, i rischi ambientali, come le tempeste solari, le radiazioni e gli impatti con detriti spaziali, rappresentano minacce significative. In particolare, quest'ultimo rischio, a causa del continuo aumento di frammenti sta diventando sempre più importante per chi deve lanciare satelliti o vettori nello spazio.

L'ultimo report pubblicato dallo Space Debris Office (SDO) dell'ESA risalente al 6 dicembre 2023, fornisce una stima secondo la quale nell'orbita terrestre sarebbero presenti circa 36500 detriti grandi più di 10 centimetri, 1 milione di oggetti di grandezza che varia tra 10 e 1

centimetro e 130 milioni di frammenti di grandezza inferiore al centimetro per un totale stimato di 11500 tonnellate di peso per gli oggetti presenti nell'orbita terrestre.

Di questo enorme quantitativo di detriti solo 35150 sono regolarmente tracciati dagli SSN (space surveillance networks) che sorvegliano lo spazio²¹.

Per fornire un quadro preciso, analisti del rischio si avvalgono di database come il Satellite Orbital Debris Assessment (SODA), o il già citato SDO dell'ESA, che forniscono statistiche approfondite sugli incidenti correlati ai detriti spaziali.

In aggiunta, esistono anche rischi di tipo operativo legati alla pianificazione, alla conduzione e alla gestione delle missioni, che includono l'errore umano e il fallimento nelle comunicazioni. Questi aspetti richiedono sistemi di gestione del rischio che siano al passo con l'avanzamento delle operazioni spaziali e che considerino la formazione del personale e la manutenzione dei sistemi di supporto a terra. Inoltre, l'esame di casi storici come il fallimento di Galaxy 15, un satellite di comunicazione che nel 2010 smise di rispondere ai comandi pur continuando a trasmettere, sottolinea la complessità del rischio operativo in orbita. Galaxy 15 vagò senza controllo per diversi mesi, minacciando di interferire con altri satelliti. L'incidente mise in luce non solo i rischi inerenti alle operazioni orbitanti, ma anche l'esigenza di considerare scenari di rischio in cui un satellite potenzialmente dannoso resta operativo, rappresentando una minaccia per l'integrità di altre infrastrutture spaziali²².

Da non sottovalutare sono, poi, i rischi finanziari derivanti da investimenti significativi in tecnologia e infrastrutture spaziali. Un esempio calzante di ciò è il costo di sviluppo e lancio di un satellite, che può variare tra i 60 e i 400 milioni di dollari e oltre il miliardo per l'invio di attrezzature e verso altri pianeti.

La variazione è dovuta a diversi fattori, come la dimensione e il peso del satellite stesso, o ancora il vettore utilizzato e la destinazione orbitale e più in generale la complessità della missione. Una perdita totale a seguito di un lancio fallito o di un guasto in orbita può avere conseguenze economiche devastanti per gli investitori²³.

Il tasso del 5% di fallimento dei lanci, citato prima, diventa un dato particolarmente rilevante quando si considerano le missioni che trasportano carichi preziosi come satelliti per telecomunicazioni o ricerche scientifiche. Il famoso caso del satellite Intelsat 708, che nel 1996 subì un lancio fallito a seguito di un guasto al propulsore immediatamente dopo il decollo, il

²¹ ESA, *Space debris by the numbers*: https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers

²² Secure World Foundation, *A Summary of the Galaxy 15 Incident and its Impact on Space Sustainability*: <https://www.unoosa.org/pdf/pres/stsc2011/tech-39.pdf>

²³ Quanto costa mandare un satellite nello spazio? <https://www.ernesto.it/faq/quanto-costa-mandare-un-satellite-nello-spazio>

vettore utilizzato per trasportare il satellite in orbita era il già citato LM3 che quel giorno volava per la prima volta, l'impatto e l'esplosione del razzo rase al suolo un intero villaggio in Cina. Questo tragico incidente non solo causò perdite monetarie stimate in centinaia di milioni di dollari, ma fece sì che nessun satellite prodotto negli Stati Uniti ottenesse il permesso dal dipartimento di Stato di poter essere lanciato con un razzo prodotto in Cina²⁴.

Un altro caso che portò a significative perdite in ambito finanziario è quello del satellite AMOS-6, un satellite di fabbricazione israeliana che nel 2016, doveva essere lanciato con il 29° volo del razzo Falcon 9 prodotto da Space-X, che però è esploso durante un test di pre-lancio, causando una perdita stimata di circa 200 milioni di dollari.²⁵

Casi come questi illustrano, non solo, la potenziale gravità di tali eventi per le assicurazioni e per gli investitori del mercato spaziale, ma come anche un solo lancio possa contribuire alla mutazione dell'intero mercato globale.

Infine, non si può trascurare il versante delle questioni legali, che comprendono la responsabilità per danni causati da detriti spaziali, controversie contrattuali e adempimenti normativi. La Convenzione sulla responsabilità internazionale per i danni causati da oggetti spaziali del 1972 è la principale fonte normativa in questo contesto²⁶. Ad esempio, la responsabilità per la collisione tra il satellite Iridium 33 della Iridium LLC e il satellite militare russo fuori servizio Kosmos-2251 nel 2009 ha sollevato questioni legali complesse riguardanti la colpa e la compensazione dei danni in quanto il satellite russo, così come sostenne il Cremlino, era dismesso e quindi non essendo manovrabile era la Iridium LLC che avrebbe dovuto manovrare il suo satellite così da evitare l'impatto. D'altra parte, la società statunitense sostenne invece di non aver nessun obbligo di evitare la collisione, anche se era consapevole che sarebbe avvenuta una collisione simile²⁷.

In base a quanto recita il secondo punto della convenzione del '72 la responsabilità va attribuita allo Stato che viene riconosciuto come responsabile della collisione o più in generale del danno; il punto della convenzione prende spunto dal principio della colpa comparata presente nel diritto marittimo secondo il quale bisogna prima stabilire una percentuale di colpa delle parti coinvolte

²⁴ Astrospace, Intelsat 708, la fine dell'inizio dell'uso americano di razzi cinesi:

<https://www.astrospace.it/2020/03/17/intelsat-708-la-fine-dellinizio-delluso-americano-di-razzi-cinesi-spazio-doriente/>

²⁵ Ctech, *SpaceX 2016 Rocket Explosion Destroyed Israel's Satellite Industry*:

<https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3730466,00.html>

²⁶ Senato Della Repubblica, Convenzione sulla responsabilità internazionale per i danni causati da oggetti spaziali:

<https://www.senato.it/service/PDF/PDFServer/DF/310687.pdf>

²⁷ Space Safety Magazine, *Iridium 33 and Cosmos 2251*: <https://www.spacesafetymagazine.com/space-debris/kessler-syndrome/iridium-33-cosmos-2251-years-later-learned-then/>

in base alla negligenza delle stesse, dopodiché si fa una stima complessiva del danno che verrà poi ripartito in base alla percentuale di colpa tra le controparti.

L'incidente, tuttavia, non ha trovato una risoluzione in quanto, le informazioni contrastanti e la penuria di dati di tracciamento per quella porzione di spazio esterno, non hanno permesso a nessuna delle parti di ottenere prove sufficienti per soddisfare lo standard di guasto stabilito dal secondo punto²⁸.

La frequenza e la gravità dei rischi nel settore spaziale costituiscono il fulcro dell'analisi del rischio assicurativo. Una comprensione dettagliata di questi due aspetti è fondamentale per la creazione di polizze assicurative che possano coprire adeguatamente le possibili perdite. Per quantificare la frequenza e la gravità dei rischi, è indispensabile un'attenta analisi dei dati storici delle missioni spaziali, affiancata da una valutazione delle tendenze correnti e delle innovazioni tecnologiche, che richiede, da parte di chi assume i rischi nel concreto, una profonda conoscenza tecnico-scientifica del contesto di riferimento.

²⁸ Ibidem

2.2 Prodotti assicurativi nello spazio

L'evoluzione del mercato assicurativo spaziale riflette l'espansione dinamica e le sfide tecniche intrinseche all'esplorazione spaziale.

I prodotti assicurativi devono essere estremamente adattabili, capaci di coprire una serie di rischi che variano dal danno fisico al mancato funzionamento di satelliti in tutti i momenti, pre, durante e post lancio e veicoli spaziali prima e durante il lancio, nonché eventuali responsabilità derivanti da danni a terzi o perdite economiche.

Tali polizze sono cruciali non solo per proteggere gli investimenti ingenti necessari per le operazioni spaziali ma anche per garantire la continuità operativa in un settore dove incidenti anche minimi possono tradursi in conseguenze economicamente devastanti.

La definizione dei premi assicurativi nel settore spaziale implica un alto tasso di specializzazione e preparazione tecnica che prende in considerazione una molteplicità di fattori: dalla storia dei lanci al valore economico del carico, dalle specificità tecniche dei veicoli di lancio fino alle condizioni ambientali dello spazio. Il processo di *pricing* delle assicurazioni spaziali si basa su un'analisi approfondita e multidimensionale dei rischi, tenendo conto di frequenza, gravità e potenziale impatto finanziario degli eventi avversi. Tali valutazioni sono supportate da ampie ricerche di mercato, studi statistici e modelli predittivi che incorporano variabili tecniche, ambientali e operative, adottati al fine di stabilire tariffe che riflettano accuratamente il livello di rischio associato a ciascuna missione spaziale.

Il sotto capitolo 2.2 introdurrà una panoramica dei prodotti assicurativi correntemente disponibili per le attività spaziali, descrivendo in dettaglio le diverse tipologie di coperture offerte, da quelle pre-lancio fino alle assicurazioni per operazioni in orbita e oltre. Saranno esplorate le specificità delle polizze, considerando la natura dei satelliti, le loro applicazioni e l'ambiente operativo.

2.2.1 Panoramica dei prodotti assicurativi esistenti per le attività spaziali.

Come già detto in precedenza, esistono vari tipi prodotti assicurativi specifici per le attività spaziali che coprono ogni genere di passaggio, dalla fabbricazione del satellite o del vettore di lancio, alla permanenza in orbita e all' eventuale rientro dell'apparecchio. Nel mondo esistono circa 35 compagnie assicurative, che rappresentano un segmento altamente specializzato all'interno dell'industria assicurativa globale,

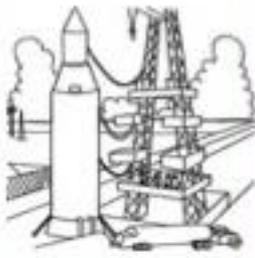
Per analizzare ad esempio i prodotti offerti da AXA XL, che è la divisione di AXA che lavora per le medie imprese e le multinazionali trattando i rischi più complessi, è opportuno innanzitutto dividere le fasi e le polizze stipulabili in tre macroaree: la fase pre-lancio, la fase durante e post-lancio, e gli altri tipi di coperture.

AXA XL Space Activity

Space Insurance Coverages Offered by AXA XL

Legend:								
Asset	Liability	Pre-Launch			Launch and In-Orbit			
Phase →	Insured ↓	Integration & Test	Transit to Launch Site	Launch Site Processing	Launch Vehicle Flight	Initial Operations	In-Orbit Operations	Re-Entry
Satellite Owner / Operator	Contingent Business Interruption				Launch + 1 year		In-Orbit	Re-Entry / Recovery
Satellite User	Business Interruption				Launch Vehicle Flight Only	Post-Separation	In-Orbit Liability	Re-Entry Liability
Satellite Manufacturer	Marine Cargo (Transit & Pre-Launch) and/or Property				Performance Incentives / Warranty Payback			
Launch Service Provider	Marine Cargo (Transit & Pre-Launch) and/or Property				Launch Risk Guarantee			
		Pre-Launch Liability			Launch Liability			Re-Entry Liability
		AXA XL Seamless (Pre-Launch and Launch)						
Other Coverages:		Engine tests, on-orbit servicing, human spaceflight, etc.						

Per quanto riguarda la fase pre-lancio, essa è composta a sua volta da tre momenti principali, che sono la costruzione e i test del satellite, il trasporto di esso fino al sito di lancio, e la fase antecedente al volo, nella quale il satellite si trova presso il sito di lancio. Durante questo periodo di tempo, le principali preoccupazioni sono i danni ai componenti del satellite o i fallimenti dei sistemi che possono ostacolare o addirittura precludere il lancio.

Legend:				
Asset				
Liability				
Phase →	Pre-Launch			
Insured ↓	Integration & Test	Transit to Launch Site	Launch Site Processing	
Satellite Owner / Operator	Contingent Business Interruption			
Satellite User	Business Interruption			
Satellite Manufacturer	Marine Cargo (Transit & Pre-Launch) and/or Property			
Launch Service Provider	Marine Cargo (Transit & Pre-Launch) and/or Property			
			Pre-Launch Liability	

AXA XL offre diversi prodotti per questa prima fase, come ad esempio: *la business interruption e la contingent business interruption* due prodotti, rivolti all'azienda produttrice e all'utilizzatrice del satellite, che coprono i danni finanziari, sia in termini d'investimento che di mancato guadagno, dovuti a ritardi o cancellazioni delle operazioni spaziali e della produzione del satellite stesso, garantendo così una continuità operativa anche in caso di interruzioni impreviste.

Altri prodotti estremamente importanti che offrono copertura in questa fase sono, la polizza *marine cargo*, che copre i danni che potrebbero verificarsi durante il trasporto via nave del satellite e la polizza *property*, un contratto, che assicura il contraente da tutti i danni

materiali diretti e indiretti causati al bene assicurato da una serie di eventi, tra cui incendio, esplosione, fenomeni atmosferici, terremoti, guasti macchine, furto, eventi sociopolitici che opera anche in caso di interruzione dell'attività. Questi due prodotti sono indirizzati al costruttore del satellite e a chi offre il servizio di lancio, e possono essere acquistati singolarmente o a pacchetto.

L'ultima delle coperture assicurative offerta in questa fase, anch'essa estremamente importante e rivolta a chi fornisce il servizio di lancio, è la *Pre-launch liability* cioè la responsabilità civile pre-lancio, che tutela il patrimonio dell'azienda che eroga tale servizio dal rischio di dover risarcire tutti i danni procurati a terzi e a cose di terzi durante lo svolgimento delle attività nella fase prima del lancio e che deve prevedere come assicurato aggiunto anche il proprietario del satellite.

Dal momento del lancio in poi, le assicurazioni entrano in una fase critica in cui si passa dalle coperture più o meno canoniche, come quelle per il trasporto, del periodo pre-lancio a vere e proprie polizze speciali sviluppate solamente per il contesto spaziale. Anche in questo caso come per il periodo che precede il lancio, vanno individuati specifici momenti, ai quali corrispondono prodotti assicurativi diversi. I momenti sono tre: il lancio, il periodo d'inizio attività del satellite e il periodo cosiddetto *in-orbit* cioè tutto il periodo durante il quale il satellite si trova in orbita; a questi, nel caso in cui sia prevista, si aggiunge la fase del rientro in orbita terrestre del satellite.

Legend:					
Asset					
Liability					
Phase →	Launch and In-Orbit				
Insured ↓	Launch Vehicle Flight	Initial Operations	In-Orbit Operations	Re-Entry	
Satellite Owner / Operator	Launch + 1 year		In-Orbit	Re-Entry / Recovery	
	Launch Vehicle Flight Only	Post-Separation	In-Orbit Liability	Re-Entry Liability	
Satellite User	Business Interruption		Business Interruption		
Satellite Manufacturer	Performance Incentives / Warranty Payback				
Launch Service Provider	Launch Risk Guarantee				
	Launch Liability			Re-Entry Liability	

Per quanto riguarda la fase di lancio esistono dei prodotti specifici che coprono esclusivamente il “trasporto” in orbita ossia la *launch vehicle flight only* che copre il proprietario del satellite dagli eventuali danni occorsi durante il lancio orbitale, e la *launch risk guarantee* che copre l’azienda che offre il servizio di lancio durante il volo del vettore.

Oltre a ciò, esistono anche delle polizze più complete che oltre ad assicurare il lancio coprono anche la fase immediatamente successiva al distacco dal veicolo di trasporto, dove il focus si sposta dai rischi di volo a rischi di tipo operativo. AXA XL offre in questo senso una polizza chiamata *launch + 1 year* che copre per l’appunto il lancio e il primo anno di attività del satellite che è in genere il più soggetto a rischi di tipo operativo.

Anche per le operazioni di lancio e di permanenza in orbita viene offerta una copertura che opera nel caso di interruzione delle attività del bene dovute a guasti, volta a risarcire l’utilizzatore del satellite per il mancato guadagno.

Per quanto riguarda la responsabilità civile esiste sia un prodotto che tuteli il patrimonio dell’azienda che offre il servizio di lancio dal rischio di dover risarcire tutti i danni procurati a terzi (cose, persone e animali) causati durante questa fase, sia un prodotto che tuteli invece il proprietario del satellite per la sua responsabilità civile, nel periodo di permanenza del satellite in orbita.

Infine, nel caso in cui sia previsto un rientro in orbita del satellite, si hanno due prodotti operanti, rivolti al proprietario del satellite: la polizza *re-entry/recovery* che assicura il satellite da tutti i danni subiti durante questa fase e la *re-entry liability* che assicura i danni causati a terzi dal satellite in rientro nell’atmosfera terrestre.

Altri prodotti offerti da AXA XL comprendono poi la copertura per i test dei motori, la manutenzione in orbita dei satelliti e la polizza per il volo spaziale umano, oltre a prodotti ibridi che coprono parte del periodo pre-lancio e parte del periodo che va dal lancio alla permanenza in orbita.

2.3 Il ruolo della riassicurazione nelle missioni spaziali.

La riassicurazione è un processo chiave nell'industria assicurativa, che consente alle compagnie di assicurazione primaria di trasferire una parte dei rischi assunti ad altre compagnie specializzate, note come riassicuratori. Questo meccanismo permette alle assicurazioni primarie di gestire meglio l'esposizione al rischio, stabilizzare le proprie finanze e mantenere la capacità di sottoscrivere ulteriori polizze. Esistono diverse forme di riassicurazione, tra cui la riassicurazione proporzionale, dove i premi e le perdite sono condivisi in proporzione prestabilita tra la compagnia cedente e il riassicuratore, e la riassicurazione non proporzionale, in cui il riassicuratore copre le perdite che eccedono una certa soglia prestabilita. La riassicurazione offre molteplici vantaggi, quali la diversificazione del rischio, la stabilizzazione finanziaria, l'aumento della capacità di sottoscrizione e la protezione contro le catastrofi.

Nel contesto del mercato assicurativo spaziale, caratterizzato da altissima volatilità e potenziale per perdite di grande entità, la riassicurazione assume un ruolo cruciale. Le missioni spaziali sono contraddistinte da rischi tecnici significativi e costi elevati, che rendono questo tipo di tutela essenziale per la sostenibilità del settore. Sebbene gli incidenti spaziali non siano frequenti, come già detto in precedenza, le loro conseguenze possono essere devastanti, con perdite che superano facilmente le centinaia di milioni di dollari. Questa ripartizione del rischio fornisce perciò una rete di sicurezza contro tali eventi, permettendo alle compagnie di primaria di mantenere la stabilità finanziaria e affrontare la volatilità del mercato.

La riassicurazione supporta la crescita del settore spaziale, aumentando la capacità del mercato di assorbire nuovi rischi associati all'espansione delle attività commerciali e private nello spazio. Ciò è particolarmente rilevante in un contesto di crescente innovazione tecnologica e aumento del numero di lanci, dove i nuovi attori commerciali e le tecnologie emergenti introducono nuovi fattori di rischio. Inoltre, è fondamentale per la gestione dei rischi derivanti da eventi come le collisioni con detriti spaziali o i fallimenti di lanci che coinvolgono carichi di valore estremamente elevato, proteggendo le compagnie assicurative da perdite potenzialmente compromettenti.

Un altro aspetto cruciale della riassicurazione nel settore spaziale è la sua dimensione internazionale. Le compagnie di riassicurazione operano spesso su scala globale, offrendo una rete di protezione che va oltre i confini nazionali. Questa dimensione internazionale è essenziale per il settore spaziale, che coinvolge frequentemente collaborazioni transnazionali e missioni globali. Inoltre, la presenza di riassicuratori esperti consente lo sviluppo di polizze assicurative

innovative e su misura, che possono coprire rischi specifici e complessi, come quelli legati alle missioni di manutenzione in orbita o alle costellazioni di piccoli satelliti.

In conclusione, la riassicurazione svolge un ruolo fondamentale nel mercato assicurativo spaziale, offrendo stabilità, capacità di gestione del rischio e supporto per la crescita e l'innovazione del settore. Senza la riassicurazione, le compagnie di assicurazione primaria sarebbero esposte a rischi insostenibili che potrebbero compromettere la loro operatività. La collaborazione tra assicuratori e riassicuratori è quindi cruciale per garantire la sostenibilità a lungo termine delle missioni spaziali, promuovendo al contempo un ambiente più sicuro e prevedibile per l'esplorazione e lo sfruttamento dello spazio.

3) Sfide e opportunità per le assicurazioni spaziali

3.1 Dinamiche del mercato e impatto sul settore assicurativo.

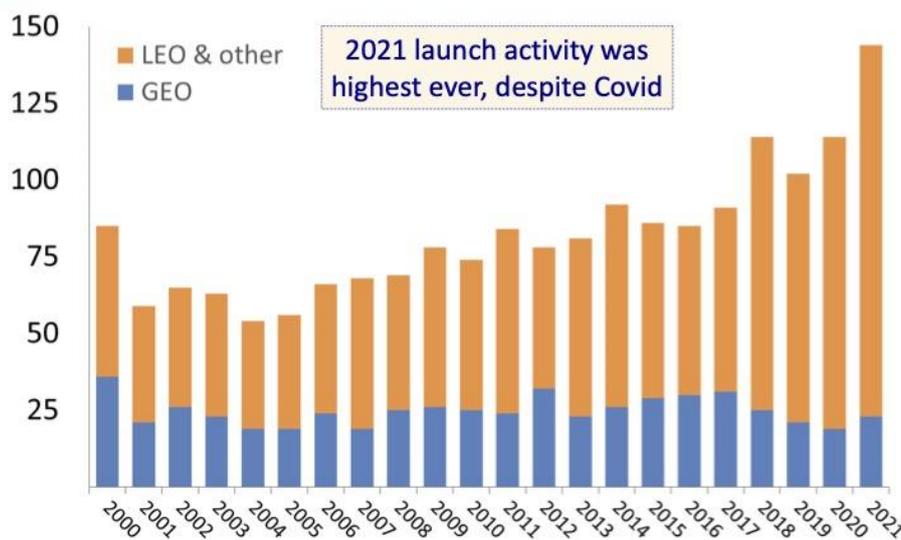
Il mercato delle assicurazioni spaziali si trova al crocevia di molteplici forze economiche, normative e competitive che influenzano profondamente sia la domanda che l'offerta di polizze assicurative.

Le tendenze economiche globali, come l'aumento degli investimenti nel settore dei satelliti e il boom del turismo spaziale, hanno aperto nuovi orizzonti per gli assicuratori, estendendo il mercato ben oltre la tradizionale clientela governativa e istituzionale. La proliferazione di start-up aerospaziali e il loro rapido ingresso nel mercato hanno portato alla creazione di nuovi prodotti assicurativi, mirati a mitigare i rischi di venture spaziali innovative.

Con l'intensificarsi della competizione tra agenzie governative e aziende private per la supremazia nello spazio, si è registrato un incremento notevole negli ultimi anni, che ha visto nel 2021 un totale di circa 150 lanci corrispondenti ad un arrivo in orbita di circa 1850 nuovi satelliti rispetto ai quasi 1300 portati dai 120 lanci del 2020 e ai soli 523 satelliti dei 100 lanci del 2019.

Launches to Orbit

GEO vs. LEO



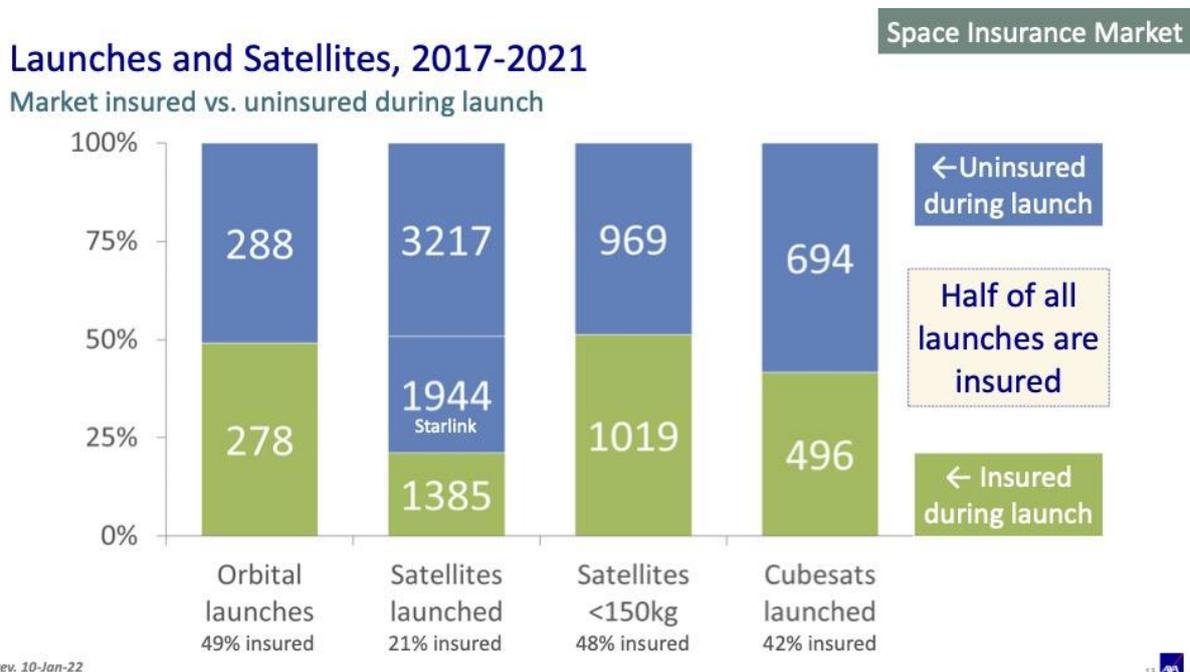
rev. 10-Jan-22



Questa crescita è stata accompagnata da un aumento della frequenza e della gravità dei rischi associati, anche a causa dell'introduzione di nuovi veicoli di lancio. Eventi come il fallimento del satellite AMOS-6 nel 2016 a causa di un'esplosione durante un test di pre-lancio e la perdita del Falcon 9 di SpaceX nello stesso anno, hanno evidenziato la natura imprevedibile e costosa dei rischi spaziali, costringendo le compagnie assicurative a rivedere i modelli di *pricing* dei rischi e di copertura.

Il rapido sviluppo di tecnologie emergenti, come i piccoli satelliti e i veicoli di lancio riutilizzabili, ha introdotto nuovi fattori di rischio che le assicurazioni devono valutare. La successiva standardizzazione dei piccoli satelliti e la loro crescente popolarità tra le start-up e gli operatori commerciali hanno portato a un restringimento dei margini di profitto, stimolando le compagnie assicurative a sviluppare soluzioni innovative e flessibili. Inoltre, i produttori di questi microsattelliti, come ad esempio Starlink, tendono a non assicurarli.

Basti pensare che dei 6546 satelliti lanciati tra il 2017 e il 2021, il 79% non è stato assicurato compresi i 1944 di Starlink come mostrato dal seguente grafico.



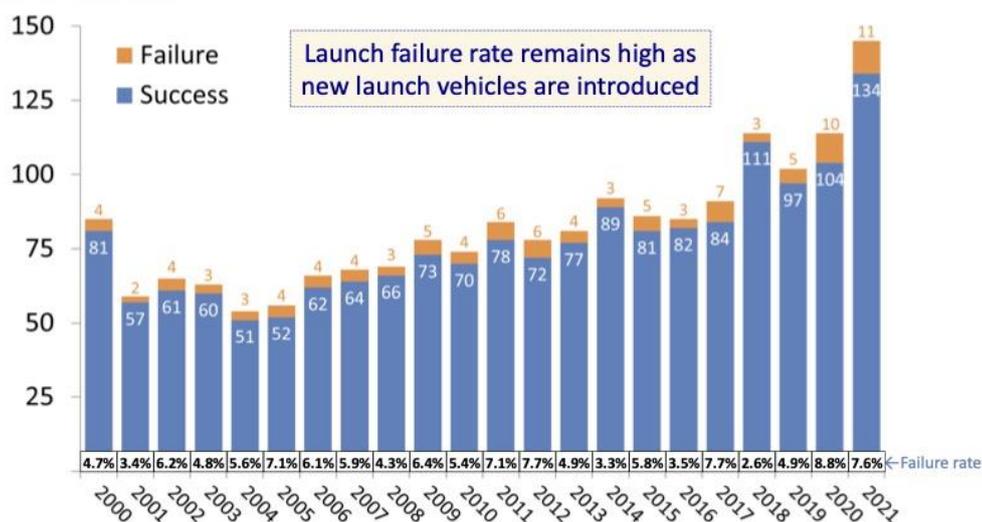
In aggiunta, escludendo Starlink, dal 2017 sono stati assicurati in fase di lancio circa il 50% dei satelliti e dei carichi arrivati in orbita LEO, mentre la percentuale di copertura degli stessi oggetti per le fasi post-lancio è dell'1%.

L'ambito normativo non è da meno in termini di impatto sul settore. L'introduzione di stringenti requisiti internazionali per la riduzione dei detriti spaziali e per la sicurezza delle operazioni spaziali ha costretto le compagnie assicurative a integrare nella loro valutazione del rischio nuovi parametri normativi. La regolamentazione internazionale, cresciuta a seguito della sensibilizzazione sui detriti spaziali, come testimoniato i dati forniti dal "Long Duration Exposure Facility" (LDEF), un satellite progettato e realizzato per lo studio dell'ambiente spaziale e i suoi effetti sui sistemi e sui materiali di costruzione, ha imposto una riflessione critica sulle polizze tradizionali e sull'introduzione di garanzie che tengano conto dei rischi emergenti. Nel 2021, abbiamo assistito al più alto livello di attività di lancio mai registrato, malgrado la pandemia di Covid, con una dominanza del mercato da parte degli Stati Uniti e della Cina. Questa competizione geo-politica è solo una delle molte forze che plasmano il mercato globale delle assicurazioni spaziali, evidenziando un quadro di affari internazionale sempre più interconnesso e interdipendente.

La pressione competitiva, inoltre, è stata esasperata dal debutto di operatori privati come SpaceX e Blue Origin, i cui lanci riutilizzabili hanno rivoluzionato il settore, riducendo i costi e aumentando la frequenza dei lanci. Questi cambiamenti hanno esercitato una pressione al ribasso sui premi assicurativi e hanno costretto le compagnie a una più accurata analisi dei possibili rischi, dal momento che oltre ad aumentare la frequenza dei lanci è aumentato di molto anche il rischio di fallimento degli stessi, circa il 7,6% nel 2021 rispetto ad una media del 5% degli anni precedenti.

Launches to Orbit

Successes vs. failures



rev. 10-Jan-22

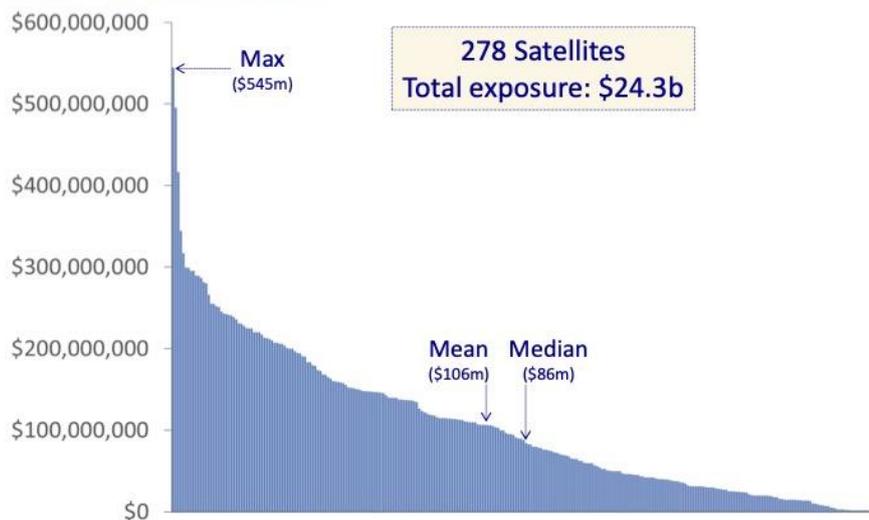


La capacità di un'assicurazione di prosperare in tale contesto dipende dalla sua agilità nel rispondere alle sfide emergenti. Le soluzioni possono includere l'espansione delle coperture per includere nuove minacce come i rischi cyber in orbita, e la collaborazione con istituzioni per lo sviluppo di framework normativi che promuovano pratiche di lancio sostenibili.

Andando poi ad analizzare l'esposizione finanziaria complessiva per quanto riguarda il mercato delle assicurazioni spaziali per i satelliti si può notare che per i soli 278 satelliti in orbita che risultano assicurati (231 in GEO e MEO e 47 in LEO) a fronte di un totale di 5100 apparecchi attivi, dei quali 4400 in orbita LEO, l'esposizione totale risulta di 24,3 miliardi di dollari. C'è una notevole variazione in termini di esposizione al rischio per i vari satelliti; infatti, è possibile riscontrare un picco di rischio massimo, valutato per un singolo oggetto, di 545 milioni di dollari e una media generale ben più bassa di 106 milioni di dollari. La mediana dell'esposizione finanziaria invece si attesta sugli 86 milioni di dollari, indice del fatto che la media è influenzata da pochi satelliti ad alto valore, mentre la maggior parte degli altri apparati ha un'esposizione al rischio più contenuta.

Market Exposures On Orbit

Satellites in orbit, by individual risk



rev. 10-Jan-22

15 AA

Il mercato delle assicurazioni spaziali si è quindi trovato ad affrontare una doppia sfida: da un lato, assorbire e gestire un volume crescente di rischi e, dall'altro, adattarsi alle pressioni competitive che richiedono una maggiore efficienza e personalizzazione delle offerte assicurative. In questo contesto dinamico, le compagnie assicurative che sapranno fare leva sulla flessibilità, sull'innovazione e sulla profonda comprensione dei rischi spaziali saranno

quelle che non solo sopravvivranno ma prospereranno, offrendo soluzioni assicurative che permettano di continuare a esplorare lo spazio con sicurezza e fiducia.

3.2 Opportunità per il mercato assicurativo spaziale.

Il settore spaziale, tradizionalmente dominato da governi e grandi corporazioni, ha assistito a una trasformazione radicale con l'emergere di nuovi attori e tecnologie. Questa evoluzione offre numerose opportunità per il mercato assicurativo spaziale, che deve ora rispondere a esigenze diverse e in continua espansione. Le innovazioni tecnologiche, l'incremento delle missioni commerciali e l'introduzione di nuove piattaforme di lancio stanno ridefinendo il panorama assicurativo, creando nuovi spazi di mercato e richiedendo soluzioni assicurative innovative.

L'avvento dei piccoli satelliti e delle costellazioni satellitari, in particolare, ha aperto nuove frontiere per le assicurazioni. Satelliti come quelli prodotti da Planet Labs, SpaceX con il suo progetto Starlink o ancora da Eutelsat-OneWeb e Amazon col progetto Kuiper, il cui scopo principale è quello di fornire un servizio di rete accessibile da ogni punto del globo e con bassissima latenza, rappresentano esempi di come la miniaturizzazione, la produzione e il lancio di massa e la possibilità di riutilizzo dei lanciatori, abbiano reso l'accesso allo spazio incredibilmente più economico e frequentemente accessibile²⁹.

Parallelamente, la crescita del turismo spaziale con aziende come Blue Origin, SpaceX e Virgin Galactic, sta aprendo un settore completamente nuovo di assicurazioni per i voli spaziali privati. Infatti, le assicurazioni per il volo umano non si limiteranno più solo a coperture per professionisti del settore, cioè gli astronauti e cosmonauti che sono soggetti meno avversi al rischio in quanto piloti militari e scienziati altamente addestrati ad operare in ambiente spaziale, ma dovranno coprire anche tutte le possibili situazioni di rischio per la salute e la sicurezza che i nuovi turisti spaziali, poco o per niente addestrati e quindi molto avversi al rischio, possono correre durante tutte le fasi del viaggio. Eventi come i primi voli turistici suborbitali della Virgin Galactic, oltre ad aprire un nuovo capitolo della storia umana, hanno messo in evidenza la necessità di polizze che coprano da responsabilità civile a rischi medici, generando una nuova

²⁹ Il sole 24 ore, Parte la sfida dell'internet da satellite: <https://www.ilsole24ore.com/art/parte-sfida-dell-internet-satellite-oneweb-sfida-musk-e-arrivano-cinesi-AE4q3x6C>

nicchia di prodotti assicurativi altamente specializzati. Lo sviluppo di questi nuovi prodotti assicurativi viaggia in parallelo al progresso delle nuove tecnologie dei lanciatori che sono sempre più efficienti e sicuri, anche grazie, alle numerose simulazioni che è oggi possibile effettuare tramite computer che hanno una potenza di calcolo enormemente superiore a quelli degli anni d'oro dell'esplorazione spaziale.

Inoltre, l'incremento dell'uso di satelliti per applicazioni terrestri come osservazione della Terra, telecomunicazioni e raccolta dati sta ampliando le opportunità assicurative ben oltre il semplice lancio e operazione in orbita. L'importanza di satelliti in missioni di monitoraggio climatico e di risposta a disastri naturali è stata dimostrata da iniziative come quella dell'Unione Europea con il programma Copernicus³⁰. Queste missioni enfatizzano la necessità di coperture assicurative che proteggano non solo il valore fisico dei satelliti, ma anche la continuità delle informazioni e dei dati essenziali che forniscono, dal momento che questi dati, hanno una valenza altissima anche per l'analisi e l'assunzione dei rischi coperti da prodotti classici del settore assicurativo, come le polizze eventi atmosferici, che oggi a causa dei cambiamenti climatici stanno diventando, per le compagnie, rischi incredibilmente difficili da assumere.

L'evoluzione del panorama spaziale sta aprendo poi una serie di nuove opportunità per il settore assicurativo, in termini di servizi di manutenzione e sicurezza orbitale.

L'emergere delle operazioni di servizio in orbita (*On-Orbit Servicing*, OOS) rappresenta una di queste nuove frontiere. Con 80 satelliti GEO lanciati dal 2000 che hanno subito gravi anomalie, molte delle quali nei primi due mesi dal lancio, la necessità di servizi come il ri-posizionamento (*re-orbiting*), la manutenzione e l'estensione della vita operativa si manifesta con urgenza.

Threats and Opportunities

On-Orbit Servicing Opportunities

GEO satellites launched since 2000

80 GEO satellites launched since 2000 have suffered major anomalies that could have benefitted from on-orbit servicing		
Type of Servicing	Opportunities since 2000	Annualized opportunities
Re-orbit / De-orbit	29	1.3
Inspection / Repair	63	2.9
Life Extension	41	1.9

- ✓ 33 of these 80 (41%) had their major anomalies in the first two months after launch
- ✓ Some of these satellites would have benefitted from more than one type of servicing
- ✓ Many other satellites could have benefitted from life extension or end-of-life disposal

³⁰ Copernicus: <https://www.copernicus.eu/it/informazioni-su-copernicus>

L'estensione della vita operativa, in particolare, rappresenta un'importante area di crescita per le assicurazioni spaziali infatti è sempre crescente la necessità di coprire i rischi associati alla presenza prolungata di hardware in orbita, come evidenziato dall'aumento dei satelliti GEO che operano oltre la loro vita utile designata (circa 120 su 565), aumentando incredibilmente il rischio di collisioni e la generazione di detriti spaziali. Il rischio di collisione, tuttavia, non è limitato alla sola orbita geostazionaria, infatti, il crescente rischio di collisioni in orbita bassa (LEO) minaccia asset valutati in almeno 35 miliardi di dollari, di cui solo l'8% è assicurato, sottolinea ulteriormente l'importanza di questi servizi. La bassa percentuale di copertura assicurativa evidenzia un'ampia possibilità di crescita per il mercato assicurativo spaziale.

Per questi motivi gli investitori richiedono polizze innovative che considerino non solo i danni diretti, ma anche le potenziali responsabilità legali derivanti da incidenti in orbita.

Le compagnie di assicurazione stanno anche esplorando l'uso di tecnologie emergenti come l'intelligenza artificiale e il big data per migliorare la valutazione dei rischi e la personalizzazione delle polizze. L'impiego di questi strumenti tecnologici permette di analizzare grandi quantità di dati operativi e ambientali, migliorando la precisione delle stime dei rischi e l'efficacia delle strategie assicurative.

La realtà del mercato mostra che i comportamenti responsabili e le pratiche di sicurezza non sono solo aspirazionali ma essenziali per il sostegno continuo dell'industria spaziale. Un'eventuale perdita assicurativa significativa causata da una collisione in orbita potrebbe avere effetti immediati e profondi sul mercato delle assicurazioni spaziali e, di conseguenza, su tutta l'industria spaziale.

Infine, la collaborazione internazionale per la gestione del traffico spaziale e la riduzione dei detriti orbitanti sta aprendo dialoghi su standard globali e nuove regolamentazioni, offrendo opportunità per le assicurazioni di partecipare alla formazione di politiche che influenzeranno il futuro del settore spaziale.

Ponendo poi uno sguardo al futuro, le missioni di esplorazione pianificate per i prossimi decenni su satelliti e pianeti del sistema solare, potrebbero portare ad un insediamento umano fisso su questi ultimi e alla nascita di nuove attività, non solo di carattere scientifico, ma anche di tipo commerciale come, ad esempio, scavi minerari e la creazione di vere e proprie comunità. In un tale contesto il mercato spaziale aprirebbe le porte ad una nuova serie di necessità assicurative non solo per gli astronauti, ma anche per gli operatori e i futuri abitanti di questi avamposti oltre alle strutture stesse e agli impianti di estrazione.

Ad esempio, la creazione di impianti minerari sulla luna richiederebbe una serie di coperture che potrebbero essere sviluppate a partire dai già esistenti prodotti utilizzati per assicurare le

piattaforme petrolifere *off-shore*, che si trovano in un contesto altamente inospitale, come quello spaziale. Non a caso il diritto spaziale è un derivato del diritto marittimo.

3.3 Rischi per il mercato assicurativo spaziale.

Il settore delle assicurazioni spaziali, mentre naviga attraverso un'era di innovazioni tecnologiche ed espansione delle attività spaziali, è costretto a confrontarsi con una serie di rischi unici e in continua evoluzione.

Questi rischi, derivanti dalla natura stessa delle operazioni spaziali e dal contesto in cui si svolgono, richiedono un'alta preparazione tecnica da parte delle compagnie assicurative, necessaria a mitigare efficacemente le potenziali perdite e a mantenere un alto tasso di sostenibilità del settore.

Uno dei principali rischi affrontati dal mercato assicurativo spaziale è legato ai guasti e fallimenti dei veicoli di lancio, come il lanciatore Antares nel 2014, che è esploso pochi secondi dopo il decollo distruggendo il carico utile e causando gravi danni alla piattaforma di lancio, o l'esplosione dell'LM3 cinese che oltre a distruggere il prezioso carico ha anche causato notevoli danni sociali, essendo la causa dell'eliminazione di un piccolo villaggio che sorgeva nei pressi del sito di lancio. Analizzando poi fallimenti più recenti, il lanciatore Vega nel 2019 e il Vega VV17 nel 2020 hanno comportato la perdita totale dei satelliti a bordo e hanno scatenato ampie indagini e rivendicazioni assicurative³¹ o ancora il già citato fallimento del Falcon 9 di SpaceX, che a causa di un'esplosione durante un test statico del 2016 ha distrutto il satellite AMOS-6 del valore di 200 milioni di dollari che trasportava.

Infine, il rischio di eventi catastrofici come la distruzione degli shuttle Challenger nel 1986 e del Columbia nel 2003 hanno dimostrato che le missioni spaziali comportano rischi estremamente elevati con conseguenze devastanti, non solo in termini di impatto finanziario e reputazionale per le organizzazioni coinvolte, ma anche di perdita di vite umane.

Tutti questi casi illustrano chiaramente la volatilità del rischio di questo settore.

³¹ESA, Insuccesso della missione Vega VV17: https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/Insuccesso_della_missione_Vega_VV17_la_Commissione_d_Inchiesta_Indipendente_annuncia_le_sue_conclusioni

Sebbene la tecnologia dei lanciatori sia migliorata significativamente negli ultimi decenni, il rischio di fallimento rimane una preoccupazione costante. Questi eventi non solo causano perdite immediate in termini di hardware e carico utile, ma possono anche ritardare ulteriormente i programmi spaziali, generando costi aggiuntivi e perdite di entrate per i clienti delle assicurazioni. Inoltre, a causa dell'aumento del numero di satelliti in orbita, che potenzialmente può portare ad un'escalation di scontri in orbita con la creazione di miliardi di nuovi frammenti che potrebbero addirittura causare l'impossibilità al lancio di nuovi vettori nel futuro (fenomeno noto come "sindrome di Kessler"³²), le compagnie assicurative devono ora considerare scenari di rischio come la crescente probabilità di malfunzionamenti causati da una maggiore congestione spaziale.

La crescita esponenziale delle start-up spaziali e l'introduzione di costellazioni di satelliti da parte di aziende come SpaceX con il suo progetto Starlink e OneWeb ha notevolmente aumentato il traffico orbitale. Questo rischio è esasperato dal fatto che molte di queste missioni utilizzano tecnologie non completamente testate o sistemi di produzione che privilegiano la velocità e il costo ridotto rispetto alla robustezza, aumentando il rischio per gli asset che popolano l'orbita LEO il cui valore è stimato in 35 miliardi di dollari.

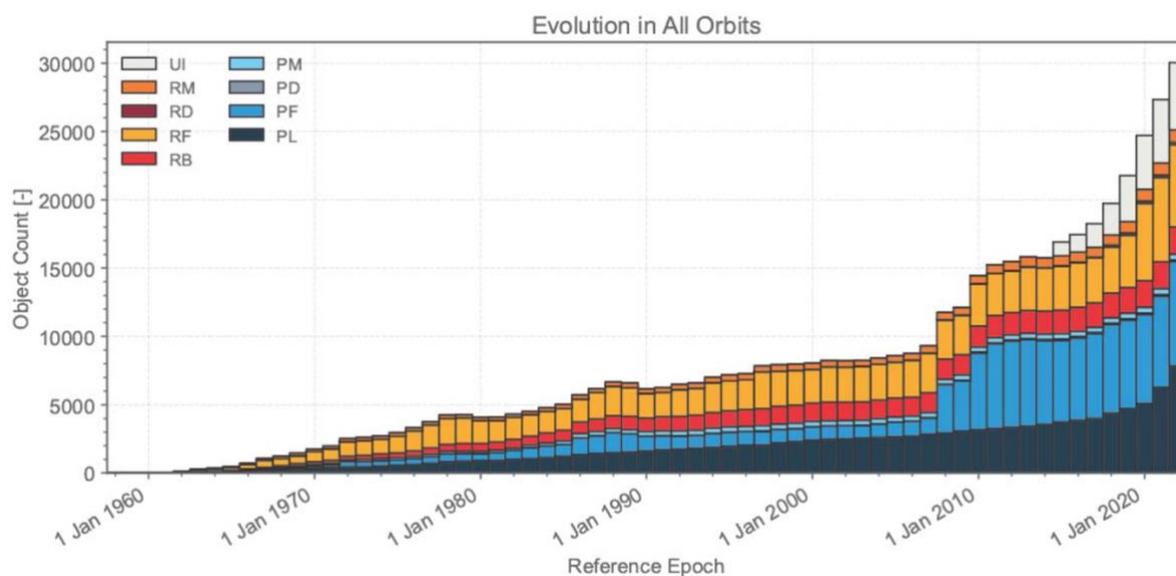
Tuttavia, oltre ad essere causa del problema, molto spesso, aziende come SpaceX cercano di mitigarlo e di andare incontro al mercato assicurativo; quest'ultima in particolare, equipaggia i propri satelliti con sistemi autonomi di rilevazione delle collisioni, che tendono ad escludere la possibilità di errori umani dall'equazione offrendo perciò una più che discreta affidabilità dei propri strumenti³³, riducendo di conseguenza il rischio di impatto con altri corpi, anche se non lo annullano del tutto.

Queste collisioni rappresentano non solo una minaccia per l'integrità fisica dei satelliti ma possono anche avere ripercussioni legali e finanziarie gravi, aumentando le richieste di risarcimento verso le assicurazioni.

Di seguito un grafico prodotto dall'ESA che mostra l'aumento esponenziale della quantità di detriti in orbita dalla nascita dell'era spaziale ad oggi:

³² INAF, Sindrome di Kessler e protezione dello spazio: <https://www.media.inaf.it/2019/07/10/citizen-science-space-debris/>

³³ Starlink: <https://www.starlink.com/it/technology>



La crescente dipendenza dalle tecnologie spaziali per il mercato di massa come GPS, telecomunicazioni e osservazione della Terra, aumenta la vulnerabilità a cyber attacchi. Gli attacchi informatici possono compromettere non solo i satelliti ma anche le stazioni a terra e le infrastrutture di rete, con potenziali perdite catastrofiche di dati e funzionalità. Incidenti come il presunto hacking del satellite Terra EOS da parte di hacker cinesi nel 2008, dimostrano i rischi associati alla sicurezza informatica nel settore spaziale³⁴.

Il cambiamento climatico e gli eventi meteorologici estremi rappresentano un altro rischio crescente, influenzando sia le operazioni di lancio che la durata e la funzionalità dei satelliti in orbita. Eventi come uragani e tempeste solari possono causare ritardi significativi e danni a infrastrutture critiche, come dimostrato dall'uragano Matthew nel 2016, che ha interrotto le operazioni di lancio dal Kennedy Space Center.

Infine, gli ambienti normativo, legale e geopolitico rappresentano un'area di preoccupazione e sfida continua per il settore assicurativo spaziale. Le operazioni spaziali sono fortemente regolate a livello internazionale, e le tensioni politiche possono influenzare drasticamente l'accesso alle piattaforme di lancio e le collaborazioni internazionali³⁵. La situazione in Ucraina e le relative sanzioni imposte alla Russia, ad esempio, hanno avuto un impatto diretto sull'industria spaziale, influenzando la disponibilità dei motori di lancio e complicando le joint ventures esistenti.

³⁴ HDI, *Satellite Cyberattacks and Security*:

https://www.hdi.global/globalassets/local/international/downloads/specialty/aviation/cyberattack_whitepaper.pdf

³⁵ Agenda digitale EU, *Lo Spazio conteso: conflitti e geopolitica nella corsa alle risorse orbitali*:

<https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/lo-spazio-conteso-conflitti-e-geopolitica-nella-corsa-alle-risorse-orbitali/>

Le normative in continua evoluzione riguardanti la sicurezza spaziale, la gestione dei detriti e la protezione dell'ambiente spaziale possono avere impatti significativi sulle operazioni e sulla responsabilità delle compagnie assicurative. L'adozione del *Long-term Sustainability Guidelines* dell'UNOOSA nel 2019 è un esempio di come le nuove regolamentazioni possano influenzare il settore, imponendo requisiti più stringenti per la riduzione dei detriti e la sostenibilità delle missioni spaziali; perciò, le aziende devono ora integrare considerazioni di responsabilità sociale d'impresa nelle loro offerte di prodotti assicurativi, ampliando il concetto di rischio per includere anche la gestione responsabile dell'ambiente spaziale.

Inoltre, man mano che i governi e gli enti internazionali cercano di regolamentare meglio le attività spaziali per prevenire incidenti e gestire i detriti spaziali, le compagnie di assicurazione devono adeguarsi rapidamente a un ambiente normativo che può alterare significativamente il panorama dei rischi. L'introduzione di nuove leggi può rendere obsoleti alcuni modelli di copertura o richiedere aggiustamenti sostanziali delle polizze esistenti.

4) Conclusioni e prospettive future

Questa tesi ha esaminato nel dettaglio il mercato assicurativo spaziale, analizzando le sue dinamiche attuali, i rischi inerenti e le numerose opportunità che emergono da un settore in rapida evoluzione. Si è visto come il settore spaziale, una volta dominio esclusivo di agenzie governative come NASA, ESA o ROSCOSMOS, sia ora un campo vibrante di attività e ricco di nuovi protagonisti, non solo governativi ma soprattutto privati, provenienti da vari settori commerciali, anche molto diversi tra loro. Questa trasformazione ha portato con sé una nuova serie di sfide e opportunità per il mercato assicurativo spaziale, richiedendo adattamenti continui nelle strategie di mitigazione del rischio e nello sviluppo di prodotti assicurativi.

Abbiamo discusso delle tendenze correnti nel mercato dei lanci spaziali, e della nascita di nuovi vettori sempre più economici e affidabili e della crescente popolarità dei piccoli satelliti, e delle mega costellazioni prodotte in serie, più economiche dei grandi satelliti dell'orbita geostazionaria, ma più avvezze al rischio di rotture e di collisioni in orbita, che di conseguenza impongono nuove esigenze sulle polizze assicurative.

Inoltre, l'espansione del turismo spaziale e l'introduzione di tecnologie innovative come i veicoli di lancio riutilizzabili rappresentano sia sfide che opportunità per l'assicurazione spaziale, con la possibilità di creare una nuova serie di prodotti che non hanno più il solo scopo di proteggere professionisti, come astronauti o scienziati estremamente preparati, ma anche turisti spaziali non addestrati e polizze che tutelino la responsabilità civile delle aziende che erogano questo genere di servizi .

Guardando al futuro, le tendenze del mercato assicurativo spaziale mostrano chiare indicazioni di una crescente complessità e di un ampliamento delle necessità di copertura. La proliferazione di iniziative private e commerciali nello spazio suggerisce che il bisogno di soluzioni assicurative sofisticate continuerà a crescere, ramificandosi sempre di più. Questo include non solo la copertura dei rischi tradizionali legati al lancio e al funzionamento dei satelliti, ma anche nuove forme di assicurazione che possano gestire rischi emergenti come la cyber sicurezza, la gestione sostenibile dell'ambiente orbitale e la creazione di nuove iniziative commerciali, come gli impianti di estrazione mineraria, sui satelliti come la luna o su altri pianeti o ancora sugli asteroidi.

La ricerca futura dovrebbe implementare modelli predittivi avanzati che integrino analisi di dati in tempo reale coadiuvate dall' uso di intelligenze artificiali, per prevedere e mitigare i potenziali rischi prima che diventino criticità effettive.

Inoltre, studi approfonditi sulla longevità e la resilienza dei satelliti potrebbero fornire dati preziosi per migliorare la precisione delle valutazioni del rischio e delle coperture assicurative. Questo tipo di ricerca potrebbe anche esplorare nuove strategie per prolungare la vita operativa dei satelliti, riducendo così la frequenza dei lanci e i relativi rischi.

Con l'aumento poi delle attività umane nello spazio, cresce anche la necessità di una robusta infrastruttura di sicurezza e supporto, dove le assicurazioni giocano un ruolo critico. Le compagnie assicurative che saranno in grado di innovare nei loro prodotti e servizi, adattandosi rapidamente alle esigenze di un mercato in evoluzione, si posizioneranno per il successo in un'era di esplorazione spaziale espansa.

Inoltre, il dialogo continuo tra le compagnie assicurative, i regolatori e gli operatori spaziali sarà essenziale per lo sviluppo di politiche e pratiche che possano sostenere la crescita del settore spaziale in modo responsabile e sostenibile. Le pratiche di sicurezza, il rispetto delle normative internazionali sulla riduzione dei detriti e l'assicurazione di operazioni sicure sono tutti aspetti che necessitano di una collaborazione stretta tra compagnie di assicurazione e aziende spaziali per garantire il progresso continuo e controllato delle attività spaziali.

In conclusione, mentre l'orizzonte spaziale si espande sempre più, anche le frontiere delle assicurazioni spaziali si allargano. La capacità di anticipare e rispondere efficacemente ai cambiamenti nel settore spaziale determinerà la resilienza e il successo delle compagnie assicurative nel plasmare un futuro in cui l'esplorazione e l'utilizzo dello spazio possano procedere con sicurezza e fiducia. Le sfide sono indubbiamente grandi, ma le possibilità di crescita e innovazione nel mercato assicurativo spaziale sono ancora più grandi, promettendo un futuro eccitante per tutti gli attori coinvolti.

Ritengo poi che un mercato tutt'ora in evoluzione, come quello spaziale, dove la privatizzazione e la commercializzazione dei lanci stanno permettendo un vero e proprio *boom* del progresso tecnologico e un rinnovato interesse globale non più solo per questioni politiche o scientifiche come nei primi decenni dell'esplorazione spaziale, ma piuttosto per motivi economici, con un conseguente abbattimento dei costi e un progressivo aumento della sicurezza, consentirebbe a *player* più modesti di entrare in un mercato ad oggi dominato da compagnie di assicurazione multinazionali e da broker di caratura globale come AON. Ipotizzando inoltre, con un po' di immaginazione, un futuro in cui l'umanità diventi una specie multiplanetaria e i lanci e l'esplorazione spaziale sia alla portata dei singoli individui, ne deriverebbe un'ovvia trasformazione del ramo delle assicurazioni spaziali da rischio estremamente speciale ad un rischio più ordinario, paragonabile al ramo trasporti o addirittura al ramo auto, consentendo

l'estensione del mercato assicurativo spaziale in un mass market con la vendita dei prodotti anche da parte delle piccole agenzie o dei piccoli broker.

5) Bibliografia

Floreani A. (2011), Economia delle imprese di assicurazione, Il Mulino

Di Pippo Simonetta (2022), Space Economy: la nuova frontiera dello sviluppo, Bocconi University Press

Petruzzelli A. M., Panniniello U. (2020), Space Economy: storia e prospettive di business, Franco Angeli

Catalano S. G. (2011), Diritto Internazionale Dello Spazio, LoGisma

Paci S. (2019), Assicurazioni: economia e gestione, III ED, Egea

Documenti Online

Christopher T.W. Kunstadter, Space Insurance update, AXA XL, 10 gennaio 2022
https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2022/10/04_kunstadter_space_insurance_update_axa_xl_scaf_220111.pdf?emrc=9426ea

Luke Shadbolt, Technical study: satellites cyberattacks and security, luglio 2021, HDI.
https://www.hdi.global/globalassets/_local/international/downloads/specialty/hdis209_satellite-cyberattack_whitepaper_v8_05july21-1.pdf

Reputational & Emerging Risk laboratory, Space Economy, 2020, Gruppo UNIPOL.
https://www.unipol.it/sites/corporate/files/pages_related_documents/quaderno-macro-trend-emergenti-2020_protetto.pdf

Benito Pagnanelli, L'assicurazione Dei Rischi Spaziali, GENERALI

https://cab.unime.it/mus/1296/1/CUST_9_381.pdf

AXA, 2024 Foresight Report, 2024

https://www-axa-com.cdn.axa-contento-118412.eu/www-axa-com/c7aaadc-ca05-4433-b55b-a45c58605399_axa_foresight_report_2024b.pdf

OECD (2014), The Space Economy at a Glance 2014, OECD Publishing.

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264217294-en>

<https://www.insurancetrade.it/daily/3601>

AON for Aerospace

[Aon per Aerospace.html](#)

[./cartella senza nome/TESI/SPAZIO/Aon per Aerospace.pdf](#)

Gian Lorenzo Fiorentini, Assicurazioni per lo Spazio, 23 giugno 2022, Insurance Daily

N.2189 <https://www.insurancetrade.it/insurance/archivio/insurance-daily>

Gian Lorenzo Fiorentini, Assicurazioni per lo Spazio: le dimensioni del mercato, 12 luglio

2022, Insurance Daily N.2202 <https://www.insurancetrade.it/insurance/archivio/insurance-daily>

Gian Lorenzo Fiorentini, Assicurazioni per lo Spazio: possibilità di mercato, 27 luglio 2022,

Insurance Daily N.2213 <https://www.insurancetrade.it/insurance/archivio/insurance-daily>

Sitografia

<https://www.spaceeconomy360.it/>

<https://www.insurancetrade.it/>

<https://www.atlas-mag.net/en>

<https://business.esa.int/>

<https://www.globalreinsurance.com/>

<https://www.ft.com/>

<https://www.focus.it/>

<https://www.intermediachannel.it/>

<https://www.lastampa.it/>

<https://www.ilsole24ore.com/>

<https://axaxl.com/it>

<https://qz.com/>

<https://www.insurzine.com/>

<https://www.oecd-ilibrary.org/>

<https://www.nasa.gov/>

<https://www.asi.it/>