

# SICUREZZA SPAZIALE E INTELLIGENCE

## Il ruolo dell'Aeronautica Militare

DARIO TARANTINO

La sicurezza spaziale di carattere militare rientra nell'ambito di competenza della Difesa «costituendo uno dei pilastri del sistema nazionale», come sottolineato nel *Concetto Strategico 2022* dell'ex capo di Stato Maggiore della Difesa Giuseppe Cavo Dragone. La competizione globale nel dominio spaziale, presagio di possibili conflitti cinetici con il coinvolgimento di attori privati e istituzionali, e l'incremento dei rischi correlati alle crescenti minacce nello / dallo / verso lo spazio, impongono dotazioni che assicurino la sicurezza spaziale. Lo stesso *Concetto Strategico* prescrive l'obiettivo di consolidare e incrementare le capacità militari già esistenti, nonché sviluppare sensori e strumenti di osservazione e analisi, necessarie per comprendere ciò che avviene nel dominio spaziale. Nell'ampio contesto di capacità della Difesa si innesta, quindi, l'importante Space Situational Awareness (SSA), una delle *milestones* di settore dell'Aeronautica Militare (AM).

Lo spazio è parte integrante delle nostre azioni quotidiane e, con i suoi servizi, influenza i comportamenti dell'essere umano, a volte anche a sua insaputa. Le capacità spaziali offrono, pertanto, un'ampia gamma di effetti che permeano vitali attività di ogni Stato moderno, quali le comunicazioni, la navigazione, il telerilevamento, l'osservazione della Terra, i servizi meteorologici e le transazioni finanziarie. Mantenere e sostenere la disponibilità di queste capacità è nell'interesse di ciascuna nazione, che può farne uno strumento di potere sul piano diplomatico, economico, militare e del-

Nell'articolo verranno affrontate le emergenti minacce spaziali e il loro impatto sulle capacità nazionali, compresa la minaccia verticale nelle sue manifestazioni nell'aerospazio. Nella conseguente differenziazione di competenze fra *space safety* e *security*, la Difesa rimane sempre più orientata al potenziamento di quest'ultimo ambito. Pertanto, il necessario rafforzamento capacitivo nel settore pone enfasi sulla Space Situational Awareness e su osservazione e analisi degli oggetti orbitali, anche attraverso il ricorso all'intelligenza artificiale. Quale novità contenutistica, è centrale la caratterizzazione operativa dell'ambiente spaziale in termini di *Space Weather* e *Space Reconnaissance* a supporto della catena C2.



l'informazione. Tuttavia, la fornitura continua dell'insieme di *Data, Product and Service* (DPS) richiede l'accesso e la piena libertà di operare nello spazio. Parimenti, le moderne operazioni militari multidominio rappresentano un fattore di forza e di sicurezza insostituibile nel garantire piena libertà di azione in tutti gli altri domini di *warfighting* e nel preservare una posizione di vantaggio strategico rispetto a ogni altro competitor.

Lo spazio è la naturale espansione dell'ambiente aereo la cui salvaguardia, sicurezza e protezione sono garantite da decenni dall'AM, che, in tale contesto, ha maturato una competenza e rilevanza uniche. La costituzione del Centro SSA del Comando Operazioni Aerospaziali sul sedime di Poggio Renatico, unità tattica resa ora disponibile alla collettività sia civile che militare, intende rafforzare questa capacità difensiva contro ogni forma di minaccia verticale. La definizione di "minaccia verticale" deve includere tutti quegli oggetti che transitano dallo spazio verso l'aerospazio, producendo effetti distruttivi negli ambienti sottostanti (missili balistici o ipersonici, rientro incontrollato di oggetti spaziali ecc.). Contro di essa è necessario strutturare un'efficace capacità difensiva che parta dalla consapevolezza della sua manifestazione e si attui in termini di individuazione, tracciamento e puntuale neutralizzazione. Le minacce, nondimeno, possono ulteriormente manifestarsi nel dominio spaziale in forme differenti quali: armi anti-satellite (ASAT), operazioni coorbitali, guerra elettronica, armi a energia diretta e attacchi cyber.

Appare evidente che lo spazio sta subendo una serie di cambiamenti significativi diventando la sede di crescenti rischi e minacce. Uno dei fattori determinanti è stato l'inizio del suo sfruttamento a opera di attori commerciali, in aggiunta a quelli istituzionali o scientifici, che ha causato l'aumento esponenziale degli oggetti lanciati rendendo l'ambiente sempre più affollato e condizionando negativamente la sicurezza e la stabilità di questo dominio critico. La volontà di sfruttare i DPS, sia per motivi esclusivamente economici che per realizzare e affermare il *military spacepower*, ha portato a una crescente innovazione tecnologica, con vantaggi per tutti gli attori, ma anche alla congestione delle orbite di maggior uso e all'inevitabile innesco di processi di concorrenza e competizione tra i diversi Paesi. Dal punto di vista della sicurezza, nella sua accezione militare (*security*), assistiamo a un crescente numero di nazioni che cercano di utilizzare lo spazio per ampliare le proprie capacità militari, confermando la stretta interconnessione fra *spacepower*, potere economico e tutela della sicurezza nazionale. Tale contesto ha portato a un ulteriore passo in avanti che ha visto le più competitive *spacefaring nations* ricercare lo sviluppo di proprie capacità contro-spaziali (*counterspace*) progettate per negare, degradare e interrompere l'accesso e l'utilizzo di quelle avversarie. Questa linea di sviluppo militare *counterspace* non rappresenta una novità; tuttavia, sono nuove e mutate le condizioni a contorno in quanto oggi è sempre più evidente l'intendimento di utilizzarle. Infatti, il contesto geopolitico attuale si manifesta critico e incentiva lo sviluppo e il potenziale uso di capacità offensive proprie del *counterspace*. Le conseguenze che potrebbero scaturire da un diffuso impiego di tali sistemi avrebbero una portata globale con ripercussioni che si spingono ben oltre il mero ambito militare, poiché una parte enorme dell'economia globale e della società dipendono

sempre più dalle applicazioni spaziali. Intaccare queste risorse fondamentali rappresenta anche un tentativo di ridurre la nostra efficacia in termini di difesa militare ed è un pericoloso fattore che potrebbe portare al rischio di una crisi o di un conflitto.

Tali evidenze portano a definire lo spazio come un dominio conteso, competitivo e congestionato, nonché ambiguo, in quanto gli eventi non sono sempre facilmente attribuibili a una specifica causa, per la difficile caratterizzazione di quest'ambiente, considerando la vasta tipologia di minacce e rischi esistenti. In ultimo, visto il diffuso utilizzo duale (militare e civile), lo spazio può definirsi complesso. L'Immagine 1 raffigura adeguatamente la complessità del mondo spaziale e della caratterizzazione dell'ambiente extra-atmosferico. Il concetto di *safety* è inteso come la salvaguardia, a carico dell'operatore civile o militare e del proprietario, dell'assetto in termini di funzionalità e integrità del sistema, da collegare a eventi prevalentemente involontari (collisione con un detrito o fra satelliti non più manovrabili) o naturali (*Space Weather*). È da differenziare da quello di *security*, che afferrisce più direttamente, ma non solo, alla sfera militare e mira a proteggersi da ogni tipo di minaccia intenzionale nelle sue forme più diversificate (reversibili o irreversibili).

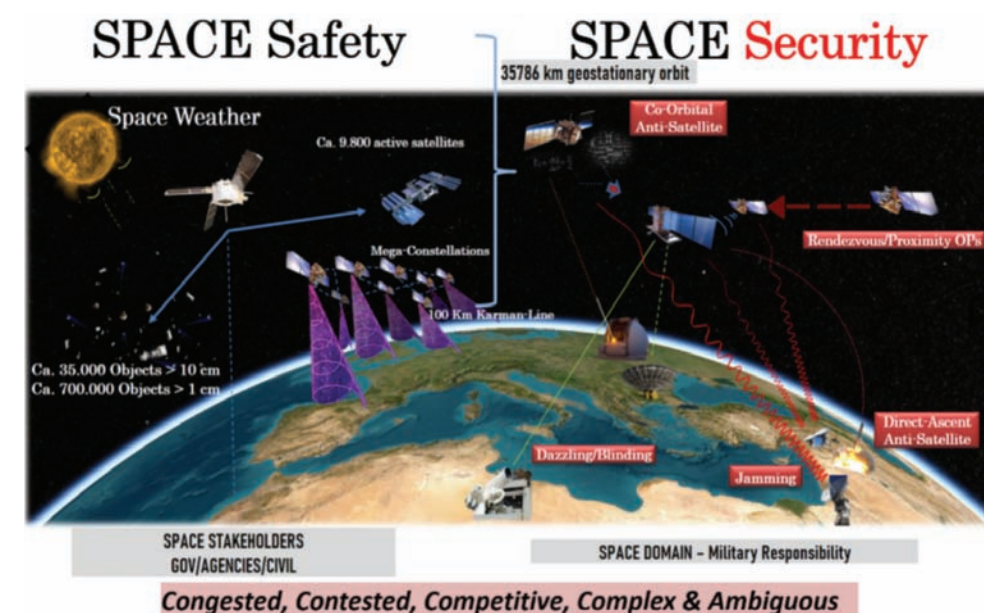


Immagine 1.

Una ulteriore complicazione deriva dall'attuale normativa internazionale che risulta obsoleta e non coercitiva, nonostante sia stata ratificata da molte nazioni. Inoltre, sussiste l'inosservanza di norme di comportamento responsabile (vedasi la sperimentazione di missili ASAT) e la mancanza di *Rules of Engagement* per la condotta di operazioni spaziali; tutto ciò aumenta il rischio di percezioni di comportamenti errati, generando potenziali e pericolose escalation.

Alcuni consessi spaziali internazionali hanno individuato dei principi guida nel porre in essere tutte le attività afferenti all'ambiente spaziale, pienamente condivisi anche dall'AM. In primo luogo, la libertà di utilizzo dello spazio, ossia mettere in campo ogni ragionevole sforzo per contribuire a preservare la libertà di accesso e di utilizzo dello spazio, promuovendo sicurezza, stabilità e sostenibilità operativa, nel rispetto del diritto internazionale (DI). Quindi, un utilizzo responsabile e consapevole dello spazio per ridurre al minimo la creazione di detriti spaziali nel lungo periodo. Ancora, la collaborazione basata sulla difesa della sovranità: è cruciale riconoscere e sostenere i diritti di ciascuna nazione ad agire e comunicare in modo indipendente e commisurato alle differenti politiche domestiche, attraverso un dialogo chiaro e aperto.

I concetti sopra espressi portano inevitabilmente a introdurre la Space Domain Awareness (SDA) nella sua declinazione nazionale, intesa come la capacità di poter operare e assicurare effetti nello / dallo / verso lo spazio per proteggere e difendere gli interessi e gli assetti nazionali, tramite una struttura spaziale robusta, reattiva e interoperabile. In tale ambito, la Difesa si innesta attraverso una stratificata organizzazione che accoglie tutte le aree funzionali tipiche dello spazio: *Positioning Navigation and Timing, Satellite Communication, Intelligence Surveillance and Reconnaissance, Meteorology and Oceanographic, Shared Early Warning* e la già citata SSA. Queste sono espresse direttamente dalla nazione, ovvero in concorso o con supporto esterno. In relazione al potere aerospaziale, sono esercitate funzioni di primo piano dall'AM, direttamente impegnata nella capacità di sorveglianza dello spazio (SSA) a supporto degli attori nazionali e internazionali, sia civili che militari, responsabili di sviluppare la SDA.

La SSA militare si ottiene dall'integrazione di tre pilastri operativi, quali la *Space Surveillance and Tracking (SST)*, lo *Space Weather (SWx)* e la *Space Reconnaissance (SR)* per monitorare, individuare e caratterizzare gli oggetti spaziali e il loro ambiente operativo al fine di supportare attività spaziali sicure, stabili e sostenibili, identificando i rischi e le minacce nello / dallo / verso lo spazio, e proponendo le opportune misure di mitigazione. Il contributo di *space safety*<sup>1</sup>, in cooperazione con stakeholder civili (governativi, industriali e accademici), si estrinseca nei servizi SST di rientro in atmosfera di oggetti spaziali (*Re-Entry*), il monitoraggio delle frammentazioni in orbita (*Fragmentation*) e la previsione di potenziali eventi di collisione (*Conjunction Analysis*). La tutela degli assetti in termini di *space security* consiste nell'aver consapevolezza delle minacce agenti nel dominio spazio e nel generare la *Recognized Space Picture (RSP)*; Immagine 2), espressione sintetica delle dinamiche spaziali a supporto della pianificazione operativa e del processo decisionale.

<sup>1</sup> Il Centro SSA è responsabile dei servizi di *Re-Entry* e di *Fragmentation* all'interno della Partnership EUSST e svolge attività di *Conjunction Analysis* per gli assetti militari italiani (SICRAL 1B, SICRAL 2, ATHENA-FIDUS, Optsat-3000) nonché per quelli duali della Difesa controllati da ASI / Telespazio (SkyMed 1, 2, 3 e 4, CSG-1, CSG-2).

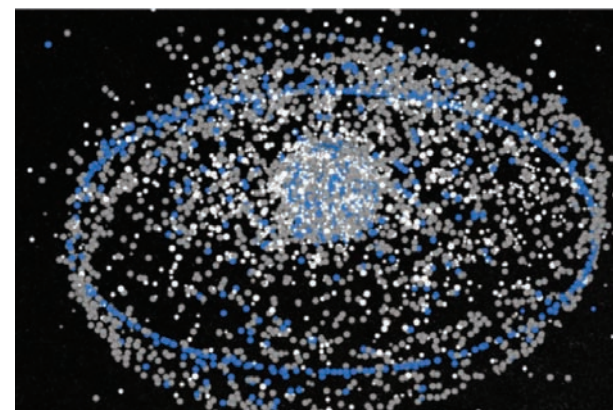
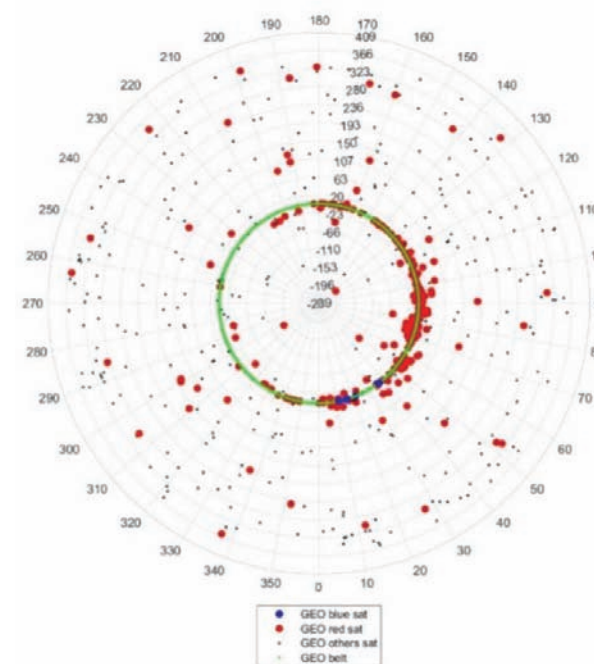


Immagine 2.



La realizzazione della RSP richiede osservazione, analisi e aggiornamento continuo delle attività condotte nello spazio, dal *tasking* di sensori di sorveglianza e tracciamento (*ground-based* o *space-based*) al monitoraggio dei lanci, all'elaborazione, propagazione e interpretazione dei dati, sino ad applicazioni specifiche quali la caratterizzazione ambientale (SWx e SR) e degli oggetti, la *manoeuvre detection* e l'individuazione di *Rendezvous and Proximity Operations (RPO)*. Queste attività poggiano su due requisiti fondamentali, sui cui la Difesa e l'AM stanno investendo con sforzo significativo: una rete di sensori, siano essi ottici, radar o laser, in grado di acquisire nuove tracce di oggetti orbitanti o di affinare le misure di quelli già

presenti nel catalogo nazionale, dei software adeguati che permettano di elaborare i dati conformemente al tipo di applicazione e all'utenza di destinazione, e una catena di comando e controllo (C2) chiara, competente ed efficace. In particolare, l'intera attività svolta presso la Sala Operativa del Centro SSA è gestita dal software di C2 *Italian SSA Advanced Gateway*, sviluppato dal Reparto Sperimentale di Volo dell'AM in cooperazione con Leonardo S.p.A., a riprova della sinergia Difesa / industria nazionale nel settore spaziale.

Il recente incremento del numero di lanci (179 nel 2022, 212 nel 2023 e oltre 90 già nel 2024) e di oggetti non identificati (catalogati come *unknown*, ben 224 oggetti nel 2023), come riportato in Immagine 3, rende necessario il monitoraggio dei lanci e la caratterizzazione degli oggetti spaziali.

A tal riguardo, il contributo informativo, integrato alla capacità tecnologica di tracciamento, come l'*Early Warning*, e di *imaging*, risulta di primaria importanza al fine di

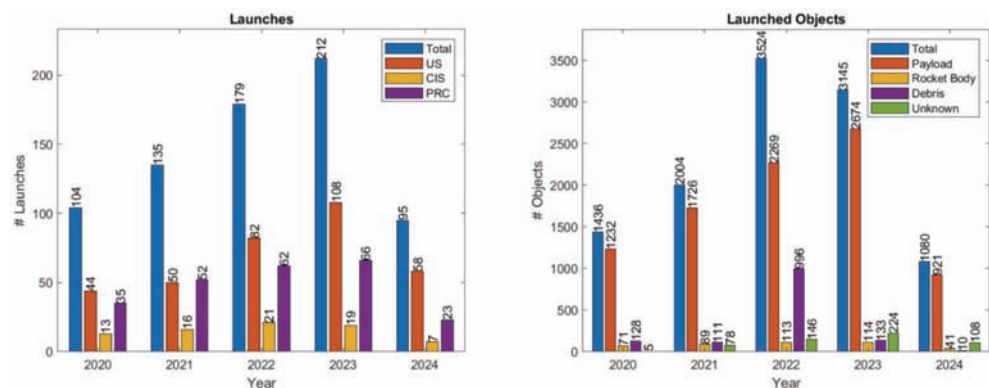


Immagine 3.

effettuare una valutazione delle potenziali minacce e di definirne un “andamento comportamentale” (*pattern of life*). Il *Threat Assessment* è basato su informazioni ricavate sia da *outsourcing*, anche *open source*, sia dalla cooperazione con la catena *Intel* nazionale e NATO, nonché dalla *reconnaissance* derivante dai dati forniti dai sensori di osservazione e dalla loro appropriata rielaborazione. Il processo appena descritto trova applicazione in eventi di particolare rilievo quale, per esempio, il caso dichiarato pubblicamente a livello internazionale tra il satellite russo Cosmos 2576 e quello statunitense USA 314, per cui le diverse Agenzie stanno acquisendo informazioni circa potenziali attività co-orbitali *space-to-space*. Integrare le informazioni *Intel* con quelle di caratterizzazione orbitale (SR) risulta pertanto essenziale per l’identificazione e la valutazione della minaccia nella sua diversa classificazione e stratificazione (Immagine 4).

La moltitudine di satelliti operativi (oltre 10mila) e di attori in gioco (militari, governativi, commerciali, statali o privati) fa sì che lo spazio sia diventato un nuovo “campo

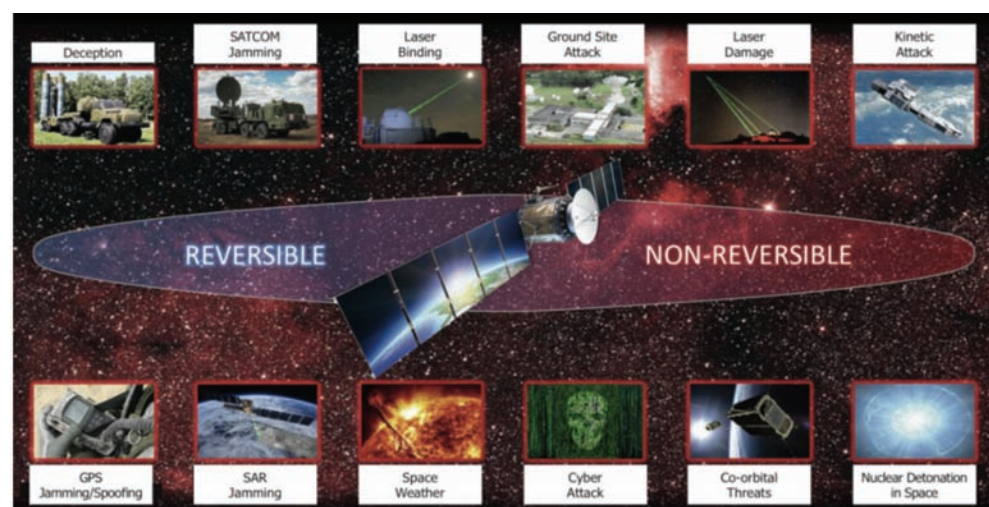


Immagine 4.

di battaglia”, dove il condurre azioni offensive dallo spettro di intensità variegato, nonostante i vincoli dettati dal DI, può innescare un’escalation con il passaggio dalla semplice *militarization* alla più grave *weaponization*. Diventa pertanto fondamentale comprendere l’attitudine e il comportamento effettivo dei diversi attori in tale dominio. In quest’ottica, la *manoeuvre detection*, ovvero lo studio dei parametri orbitali atto a individuare l’esecuzione di manovre tra i satelliti attivi, permette di identificare potenziali minacce di avvicinamento da soggetti non cooperanti. Tra queste si distinguono manovre ostili, di riposizionamento orbitale (ad esempio, spostamento di box in orbita geostazionaria), di *station-keeping* (mantenimento dell’orbita target per il proseguimento della missione), di *collision avoidance* o di *reorbiting / deorbiting*<sup>2</sup> (di passivazione e fine missione). Le operazioni RPO, consistenti nell’approccio ravvicinato in prossimità ed eventuale aggancio (*docking*) di un oggetto su un secondario, rappresentano una tipologia di manovra di particolare interesse. Mentre queste attività in una prima fase storica erano svolte nell’ambito di missioni scientifiche (si pensi allo spostamento di mezzi e astronauti verso e dall’International Space Station o alle missioni lunari degli anni Sessanta); oggi lo sviluppo tecnologico ne facilita l’esecuzione, con risvolti negativi circa la *space security* degli assetti in dotazione: si pensi alla minaccia fisica, ma anche alla possibilità di effettuare ispezioni (*inspection and imaging*), di catturare informazioni sui segnali, di disturbare / annullare la capacità altrui. Degna di nota l’attività svolta dalla Cina tra il 2022 e il 2023 con lo *spacecraft Test 2*, spazio-piano in grado di permanere per centinaia di giorni in orbita bassa (in lingua inglese *Low Earth*



Immagine 5.

*Orbit, LEO*), rilasciare un assetto spaziale in orbita (attività di *spawning*), manovrare per allontanarsi e riavvicinarsi all’oggetto “figlio”, ricatturarlo con attività di *docking*, atterrare su una base aerea a termine missione (Immagini 5, 6 e 7). In ottica futura, tale minaccia richiede azioni sia in termini di dotazione di sensori di bordo sugli assetti spaziali, che siano in grado di monitorare l’ambiente circostante (ottici, radar a corto raggio, *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*, LIDAR), sia in termini di integrazione di dati provenienti da sensori *space-based* e *ground-based* con appositi sensori di sorveglianza.

Pertanto la capacità di analisi richiesta agli operatori del Centro SSA deve essere potenziata in modo crescente sia attraverso la stratificazione

2 Il termine *reorbiting* viene usato per i satelliti geostazionari, in quanto, a fine missione, vengono riposizionati in un’orbita più alta detta “orbita cimitero” per evitare interferenze con quella operativa geostazionaria. Il termine *deorbiting* viene solitamente usato per i satelliti in orbita bassa, i quali vengono abbassati in quota e fatti rientrare in atmosfera per distruzione naturale (con rischio di sopravvivenza di materiale e impatto al suolo).

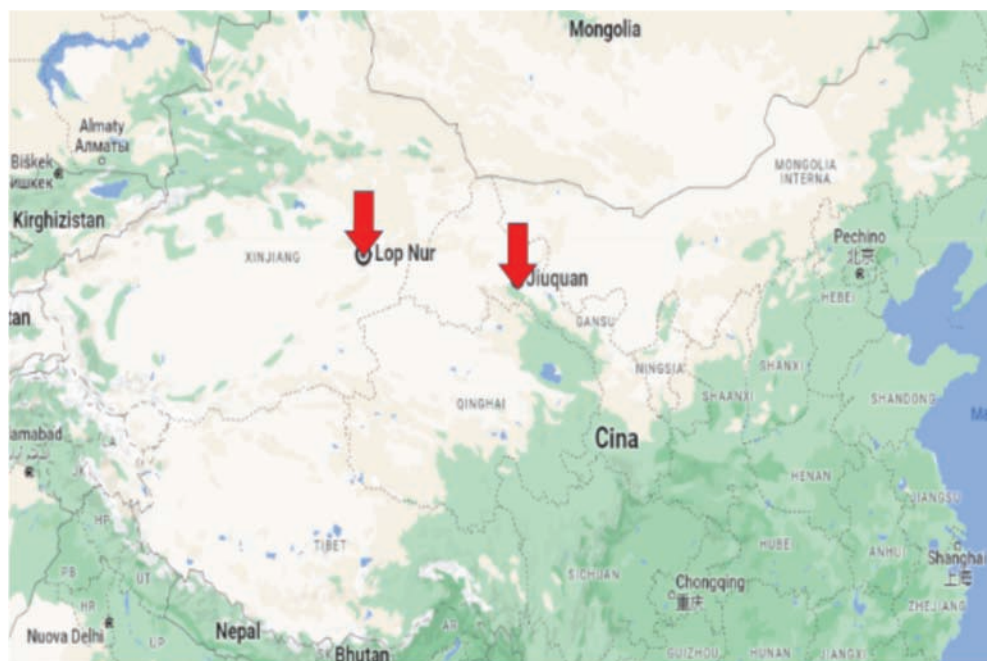


Immagine 6.

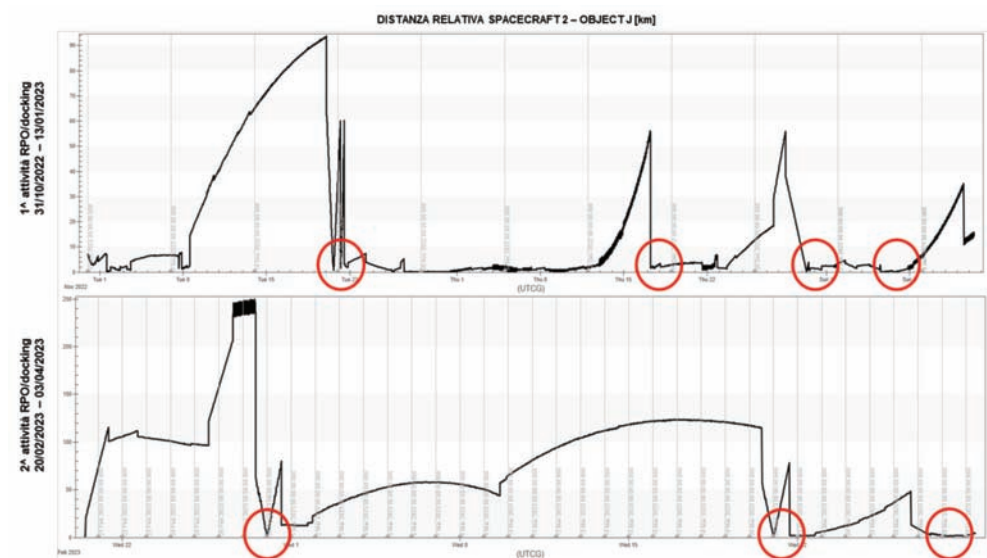


Immagine 7.

dell'esperienza operativa maturata all'interno della Sala Operativa del Centro sia con l'utilizzo di sistemi e applicativi software in grado di caratterizzare il comportamento degli oggetti in orbita delle nazioni non cooperanti. In particolare, l'aumento del numero di *payload* lanciati che si raddoppia ogni due anni impone, da un lato, l'incremento pro-

gressivo della potenzialità di sorveglianza, dall'altro, la necessità di concentrare l'analisi maggiormente sugli aspetti di *security* rispetto a quelli di *safety* e verso gli oggetti delle suddette nazioni usando applicazioni in grado di lanciare *warning alert messages* agli operatori per situazioni di *inclination maneuver threat*, *maneuver monitoring* e *object characterization* riferiti a modelli di *cluster* di famiglie di satelliti. Solo agendo in questa direzione il Centro SSA potrà acquisire un'adeguata capacità operativa per comprendere dinamiche come quella del russo Cosmos 2570 che recentemente, in soli due giorni, ha fatto un cambio di quota LEO portandosi da 560 km a 900 km, avendo precedentemente rilasciato il Cosmos 2571 che, a distanza di un mese, ha espulso un ulteriore Object "D". Così come osservare la formazione cinese di Shiyang 24C (01, 02, 03 e 06), là dove gli oggetti si sono avvicinati, sovrapposti e poi riposizionati in orbite coerenti e vicine, dimostrando la piena possibilità di interoperare in sicurezza. I contenuti finora trattati, rientrano in un piano strategico nazionale di più ampia portata, in cui la Difesa e in particolare l'AM assumono un ruolo di spicco in termini di sviluppo capacitivo e dottrinale. La relazione sul *Dominio aerospaziale quale nuova frontiera della competizione geopolitica* del Comitato parlamentare per la Sicurezza della Repubblica del 7 luglio 2022 richiama l'importanza che il settore aerospaziale rappresenta per la cooperazione tecnologica e scientifica tra le principali potenze, come hanno dimostrato USA e URSS continuando la suddetta collaborazione anche nelle fasi più critiche della Guerra fredda. Tuttavia il recente conflitto tra Russia e Ucraina, scoppiato nel febbraio 2022, ha segnato un cambio di passo in termini di interruzione dei rapporti e, soprattutto, perché il dominio spaziale è stato motivo di confronto fra i due, basti pensare all'importanza dei sistemi di osservazione satellitare e georeferenziazione per la conduzione di operazioni militari e alle frequenti attività di disturbo attuate su vari DPS satellitari. L'attuale contesto internazionale, fronte di contesa dagli esiti imprevedibili, mette a rischio settori di primo rilievo per il nostro Paese, che vanta una tradizione di eccellenza nell'ambito spaziale.

Gli indirizzi per le capacità spaziali sono tracciati dalla *Strategia nazionale di sicurezza per lo spazio* del 18 luglio 2019 della Presidenza del Consiglio, che ha delineato un Piano Spaziale della Difesa. Il Piano considera quelle capacità come presupposto per garantire e mantenere un accesso sicuro allo spazio di assetti proprietari, permettendo quindi una mappatura di *payload* amici (*blue*), ostili (*red*) o neutrali (*gray*). A questo va aggiunta la possibilità di acquisire una piena SSA, nella forma e con le competenze finora espresse dall'AM, attraverso il Centro SSA, a integrazione del rafforzamento e della protezione delle potenzialità nazionali nel settore. La generazione della RSP nella sua versione esclusivamente militare e in quella duale rappresenta un traguardo da raggiungere a cui contribuisce il mondo civile e industriale. L'ampliamento delle attuali capacità di osservazione risulta un passaggio obbligato, sia nella sensoristica di terra (radar e telescopi) che in quella *space-based*, che riduce la dipendenza da altre nazioni e che interconnette l'ambiente spaziale con quello aereo, in considerazione della complementarità e contiguità, nel continuum operativo dell'aerospazio. Con uno sguardo al futuro, occorre continuare a investire sul potenziamento *Space Defensive*, che in ambito SSA si traduce nell'incre-

mento di resilienza, ridondanza, consapevolezza e grado di osservazione. In questo contesto risulta di fondamentale importanza la cooperazione internazionale e industriale, al fine di aumentare la capacità spaziale e il grado di resilienza della stessa. Infine, è imperativo continuare a ottimizzare i flussi funzionali fra i comandi che esprimono capacità riconducibili al settore spazio nell'ottica di centralizzare la gestione delle operazioni. L'unicità di comando è alla base della coerenza tra pianificazione ed esecuzione ed ha anche il vantaggio di supportare un'efficace definizione degli obiettivi, delle esigenze e dei requisiti operativi; tutto ciò mitiga il rischio di duplicazione di sforzi e risorse, garantendo un'unica interfaccia per l'integrazione delle capacità spaziali, in termini di effetti, con gli altri domini. Ciò facilita anche la diversificazione dell'impiego degli assetti attraverso l'utilizzo di differenti regimi orbitali per la stessa missione, il ricorso all'*interlink* satellitare e l'interconnessione dei diversi centri di controllo. Quest'evoluzione richiede un adattamento complessivo dello strumento militare e in particolare quello aerospaziale, per garantire la sicurezza dello spazio nello spazio. Lo scopo della Forza armata è quello di continuare a esprimere la naturale competenza e rilevanza ambientale nell'aerospazio e nello spazio, nel rispetto delle specifiche competenze di comparto assegnate per legge ad altri enti della Difesa. A tale scopo l'AM, con la Difesa, ha sviluppato un programma di potenziamento, a breve e lungo termine, della sensoristica impiegata per la classificazione e una migliore identificazione degli oggetti spaziali sia in orbite basse che in orbita geostazionaria. Un ulteriore valore aggiunto potrebbe essere l'integrazione e l'utilizzo dell'intelligenza artificiale per analizzare sia grandi quantità di dati provenienti dai satelliti e dai sensori sia lo *Space Weather* al fine di implementare modelli previsionistici nel calcolo del flusso solare. L'uso di algoritmi di apprendimento automatico e tecniche di analisi dati per l'individuazione di modelli e correlazioni nei dati orbitali consentirebbero di predire con maggiore accuratezza la traiettoria di un oggetto spaziale. Questo permetterebbe una maggiore reattività alle variazioni delle condizioni orbitali anche al fine di evitare collisioni tra satelliti e altre tipologie di oggetti spaziali e per attuare un monitoraggio più puntuale degli assetti di interesse dei Paesi non cooperanti. Per un efficace contrasto della minaccia, il futuro degli investimenti capacitivi di settore deve privilegiare *payload* che in termini di DPS siano in grado di essere interoperabili fra le orbite terrestri bassa, media e geostazionaria e consentire l'inserimento di servizi complementari offerti da attori commerciali, alla stregua di quanto già fatto dagli USA. In tema di resilienza si può anche agire distribuendo la fornitura dei DPS a *payload* più piccoli e più numerosi e, pertanto, meno critici in caso di azioni ostili se paragonati a complessi ma, talvolta singoli, satelliti militari che diventerebbero un *Point of Failure* in caso di attacco o degradazione. In aggiunta, i satelliti più piccoli e leggeri potrebbero essere ripristinati con maggiore facilità e rapidità attraverso *air launch* da jet militari, anche se limitatamente alle orbite basse. Infine, si deve sempre puntare a una maggiore condivisione delle informazioni e delle capacità nel dominio spazio con i Paesi alleati potenziando i *fora* di cooperazione esistenti e creando nuove opportunità di collaborazione in un futuro sempre più complesso e sfidante.

