

Intervista a Marcello Spagnolo

LO SPAZIO NEL XXI SECOLO, UNA FRONTIERA “INFINITA” TRA RISORSE E RISCHI.

A cura di Elisa Desiati Elisa De Siati,
Junior Analyst per il dipartimento
di Geoeconomia

Intervista - Lo Spazio nel XXI secolo: una frontiera "infinta" tra risorse e rischi

Elisa De Siati, Junior Analyst di *Analytica for intelligence and security studies* intervista l'Ing. **Marcello Spagnulo**, esperto aerospaziale e Consigliere Scientifico di LIMES.

Ing. Spagnulo, la "New Space Economy" rappresenta una delle più promettenti opportunità di sviluppo dell'economia mondiale dei prossimi decenni e, per tale motivo, costituisce una nuova arena di competizione tra attori statali ed economici. Ci potrebbe spiegare meglio in cosa consiste la "geopolitica dello Spazio" ed in particolare quali criticità e prospettive si potrebbero registrare?

Nel 2019 ho scritto un libro dal titolo *Geopolitica dell'esplorazione Spaziale, la sfida di Icaro nel terzo millennio* perché sentivo l'esigenza di esporre al grande pubblico le caratteristiche dell'esplorazione dello Spazio e delle attività spaziali che, intese come attività aeronautiche, servizi satellitari o lanci di razzi sono per l'opinione pubblica, spesso rappresentate giustamente come successi della ricerca scientifica e come dei passi per l'avanzamento del progresso e dell'esplorazione dell'umanità. Però nello stesso tempo lo Spazio ha in realtà un forte connotato geopolitico, un concetto che è esplicito nella postura per esempio degli Stati Uniti, della Cina e, in Europa, della Francia.

Negli ultimi anni il termine "geopolitica" è stato usato molto spesso e talora per tematiche diversificate, però se andiamo a vedere la sinossi del termine, possiamo affermare che essa è una disciplina (cosa differente da una dottrina o una scienza) che studia come gli stati o le comunità interagiscono all'interno di uno Spazio geografico. Per tale motivo, la geografia è estremamente importante per la geopolitica.

Quindi, nel momento in cui la dimensione spaziale (parliamo della metà del secolo scorso) oltre l'atmosfera terrestre ha iniziato ad essere un luogo per attività aeronautiche o robotiche, cioè con satelliti e sonde, è diventato esso stesso un luogo geografico di attività umana.

Ciò per il fatto che l'esplorazione dello Spazio ha sin da subito avuto una valenza politica per la ricerca di una supremazia tecnologica e militare sulla terra, essendosi sviluppata nel secolo scorso tra le due superpotenze USA e URSS che erano in guerra fredda tra loro, quindi immediatamente l'uso dei satelliti si è connotato per comunicare, osservare e potenzialmente attaccare l'avversario. Di conseguenza, lo Spazio diventando un luogo geografico in cui gli Stati svolgevano un'azione di confronto è anche diventato una dimensione di interesse geopolitico.

Ma oggi nel nuovo secolo lo Spazio è da intendersi come un luogo geografico non solo nelle orbite intorno alla terra ma anche in quelle cislunari. Bisogna però tener presente che è una dimensione vincolata, non ci si muove così liberamente come si vede nei film di fantascienza. Così come sulla Terra bisogna solcare gli oceani o varcare deserti e montagne, così nello Spazio non ci si può sottrarre alla fisica delle orbite e ci sono dei luoghi dove si può andare seguendo precise delimitazioni. Tutto ciò induce dei vincoli dimensionali che diventano poi requisiti tecnologici. Per uno Stato, riuscire a occupare o presidiare determinati punti dell'orbita terrestre o cislunare può quindi rappresentare un vantaggio strategico, esattamente come avviene sulla Terra quando si presidia uno stretto marittimo.

Oggi nello Spazio oltre a Cina, Russia, Europa e Stati Uniti si aggiungono altre nazioni: Giappone, India ma anche le due Coree, Iran ed Israele, che iniziano a possedere delle capacità spaziali con potenziale di crescita.

Da tempo si stanno sviluppando nuove tecnologie satellitari che, più o meno direttamente, possono permettere l'applicazione militare a scopo offensivo o difensivo. Quali sono gli obiettivi strategici da controllare nell'ambito di una Space Warfare e quali implicazioni avrebbero sulla Terra?

Il tema del cosiddetto *Space Warfare* è al centro del dibattito geopolitico da vari anni e ultimamente, purtroppo, sempre più analisti ritengono inevitabile prima o poi un confronto militare nello Spazio. Peraltro, il Pentagono stesso pubblica da anni rapporti sul rischio crescente della militarizzazione dello Spazio, e vorrei ricordare che la NATO l'anno scorso ha modificato il proprio concetto strategico, indicando nell'orbita

terrestre una dimensione in cui applicare l'articolo 5 della Carta Atlantica. Così facendo, la NATO ha sdoganato lo Spazio come un potenziale terreno di *warfare* al pari della dimensione terrestre, marittima, aerea e cibernetica.

Parlando poi degli obiettivi strategici bisogna fare alcune precisazioni.

La *Space warfare* è un concetto ampio che risale al 1991, anno in cui i satelliti entrarono a pieno titolo nei conflitti armati. Fu infatti durante la guerra nel Golfo che gli americani utilizzarono i satelliti in maniera pervasiva come strumento di supporto per le operazioni militari di terra facendone un vero e proprio strumento di *warfare*. Ciò che oggi sta evolvendo è la dimensione conflittuale che rischia di manifestarsi tra satelliti stessi, come armi collocate nello Spazio. In questo contesto la *space warfare* va quindi correlata agli obiettivi strategici da controllare. Secondo il concetto del Prof Everett Dolman, che insegna allo US Space War College, dallo Spazio si controlla il pianeta, e quindi se si riesce ad acquisire delle posizioni chiave nelle orbite terrestri o cislunari da cui controllare la Terra, o la Luna, allora quello è un obiettivo strategico.

Le implicazioni che si hanno sulla Terra riguardano la revisione di tutto l'assetto difensivo. Per fare un esempio, la mutua deterrenza nucleare si basa sul fatto che le superpotenze schierano degli arsenali nucleari con dei missili balistici che partono da terra, arrivano nello Spazio e balisticamente rientrano a Terra. Tutta la difesa missilistica è basata sull'intercettazione di questi missili, che avviene tramite sistemi satellitari e radar terrestri.

Se, invece, spostassimo il livello di attacco nelle posizioni strategiche dello Spazio, l'assetto difensivo dovrebbe essere rivisto perché bisognerebbe poter controllare efficacemente le posizioni spaziali. Tutto ciò implica una diversa configurazione degli assetti terrestri e spaziali di monitoraggio, di controllo e di reazione. Esattamente come sta avvenendo con le cosiddette *armi ipersoniche*. Un missile ICBM effettua una traiettoria con una curvatura abbastanza precisa, la c.d. curva balistica, mentre il missile ipersonico ha una certa libertà di manovra anche durante fasi di volo a velocità superiore a diversi numeri di Mach. In questo modo questi missili rendono obsolete le contromisure terrestri progettate per attacchi balistici. Allo stesso modo la situazione si presenta con eventuali sistemi di attacco che arrivano da orbite geostazionarie o cislunari. Ciò significa che non basterà avere solo dei sensori terrestri, ma anche dislocati nello Spazio. Ed è un cambio di paradigma non indifferente.

Il settore Spazio rappresenta un interesse strategico ormai imprescindibile al punto che la dipendenza dallo Spazio è diventata inevitabile: l'incidente di sicurezza accaduto all'inizio della guerra in Ucraina, proprio a un'infrastruttura satellitare, ne è la dimostrazione. Un numero sempre crescente di Paesi e di attori commerciali è coinvolto nella corsa allo Spazio, in particolare nella futura connettività alle reti 5G e nell'abbattimento della digital divide, facendo così aumentare la superficie di attacco potenziale. Pensiamo ad esempio al satellite jamming e al satellite spoofing. In che cosa consistono? E come possono influenzare il corso di una guerra?

La guerra in Ucraina ha visto un enorme utilizzo di satelliti commerciali per fini bellici, e l'esempio più evidente è quello della *Starlink* di Elon Musk che ha donato terminali satellitari al governo di Kiev e tutt'ora permette agli ucraini di combattere e di comunicare col mondo.

Starlink però è solo la punta di un iceberg, la cui base è composta da decine di società private, quali *Maxar Technologies*, *Planet Labs*, *Satellologic* e molte altre, che sono dotate di decine di satelliti in grado di sorvolare l'Ucraina e fotografare il territorio o rilevare lo spettro elettromagnetico emesso dai cellulari e dalle radio ricetrasmittenti. Tutte queste società forniscono sia al Pentagono e sia agli ucraini dati utili per l'andamento del conflitto, e così diventano esse stesse parti attive di una guerra. È come se in un conflitto tra Stati, un'azienda privata dicesse: "io, legittimamente, prendo parte a questo conflitto e dono i miei mezzi ad una delle parti". A quel punto, l'altra parte in guerra potrebbe sentirsi legittimata a considerare questi mezzi come obiettivi militari al pari dei carri armati, degli aerei o delle navi delle forze armate avversarie. Ed è

esattamente questo che l'ambasciatore russo ha detto alla Nazione Unite, cioè di considerare i satelliti commerciali come degli obiettivi militari.

In questo contesto, le attività offensive contro i satelliti non si limitano alle tecniche classiche, come lo *jamming* o lo *spoofing*. Il primo consiste nell'inondare di emissione elettromagnetica un satellite in modo da sovraccaricarne le trasmissioni impedendole, mentre il secondo è una modalità di interferenza atta alla trasmissione di informazioni falsificate. Oggi oltre a queste due tecniche offensive si fanno strada altre modalità quali l'abbattimento fisico attraverso sistemi ASAT (antisatellite) o attraverso sistemi d'arma ad energia diretta, ovvero dei fasci di microonde ad alta direttività che inducono correnti parassite e bruciano i circuiti elettromagnetici dei satelliti. Senza parlare poi dell'opzione nucleare di cui ho parlato in un articolo di un recente numero di *Limes* ([L'ombra della bomba](#)) spiegando gli effetti sui satelliti di un'esplosione nucleare nello Spazio. Di fatto questo scenario è stato avanzato dalla Cina, i cui ricercatori hanno pubblicato i risultati di uno studio secondo cui un'esplosione nucleare a 80 km di altezza provocherebbe una nuvola di particelle elettricamente cariche che spazzerebbe via gran parte dei satelliti di comunicazione in orbita bassa. Si può intendere questo studio come un messaggio di provocazione, ma fino ad un certo punto. Infatti, è stata presa molto sul serio soprattutto da Elon Musk il quale ha dichiarato al *Financial Times* che il suo supporto all'Ucraina avrebbe potuto anche ridursi, arrivando persino a proporre un piano di pace che ha fatto infuriare il governo di Kyev.

La realtà è che questa progressione dell'uso di satelliti nei conflitti tra Stati sta accelerando il rischio di quella *Space Warfare* di cui parlavamo prima.

Se la Russia abbattesse un satellite commerciale di una società privata, la quale in tutta libertà decide di schierarsi in un conflitto armato, questo evento dovrebbe essere considerato un attacco alla NATO?

Queste sono domande a cui oggi non si può dare risposta, ma bisogna essere consapevoli del rischio di trovarsi presto a doverne dare una.

Storicamente, i costi elevati e la complessità tecnica hanno limitato l'accesso allo Spazio a poche potenze spaziali. Negli ultimi decenni, grazie all'aumento della commercializzazione e dell'accessibilità delle tecnologie spaziali, i satelliti non sono più riservati a poche potenze. Oggi, attori non statali come SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic stanno investendo in ciò che viene definito come "New Space Industry". Ma questo rispetta i processi di sviluppo sostenibile che la maggior parte delle imprese stanno avviando?

Nel mio ultimo libro *Capitalismo Stellare, come la nuova corsa allo Spazio cambia la Terra*, ho dedicato un intero capitolo all'analisi della sostenibilità ambientale della *New Space Industry*, e le mie conclusioni sono che essa presenta caratteri poco rassicuranti dal punto di vista della sostenibilità.

Per semplificare: produrre razzi e satelliti a ritmo continuo, come stanno facendo gli imprenditori privati, implica una forza industriale manifatturiera che, al pari di altre industrie "pesanti", è abbastanza energivora e ha pertanto un proprio tasso intrinseco di inquinamento. Ad esempio, noi pensiamo che l'acquisto di un'auto elettrica contribuisca alla sostenibilità del pianeta ma se consideriamo l'estrazione dei minerali rari e l'energia necessaria agli impianti per produrre le batterie dovremmo aver presente che anche le cosiddette gigafactory presentano nel complesso un tasso di inquinamento significativo.

L'industria spaziale finora non si è posta questo problema. Poi c'è il problema dell'affollamento orbitale. Dal 1957 al 2018 ogni anno in media non sono mai stati effettuati più di un centinaio di lanci mettendo in orbita una media di 200 oggetti, mentre dal 2018 questi numeri sono aumentati in maniera esponenziale. Questo è dovuto alla messa in orbita delle grandi costellazioni come *Starlink* o *Oneweb* a cui si sono aggiunti molti altri operatori satellitari. Quindi in una prospettiva di pochi decenni, quali saranno i parametri di sviluppo sostenibile se avremo decine di migliaia di satelliti messi in orbita ogni anno?

Senza cadere in allarmismi o catastrofismi, non bisogna però far finta di non vedere le possibili conseguenze di quello che sta succedendo. Se lo chiedono tra l'altro gli scienziati della *National Oceanic and Atmospheric Organization*, una società governativa degli Stati Uniti che opera decine di satelliti per la climatologia e la

meteorologia, i quali in un recente rapporto studiano gli effetti negativi per la crescita del tasso di inquinamento atmosferico dovuto ai lanci spaziali e ai rientri dei detriti.

Gli investimenti su vasta scala e l'espansione delle operazioni in ambito spaziale determinano la produzione di detriti nello Spazio, diventando una minaccia per i satelliti e per la stessa Stazione Spaziale Internazionale. Quali sono attualmente le soluzioni di mitigazione di tale rischio?

Parliamo qui di un ulteriore aspetto della sostenibilità ambientale legato a quanto dicevamo prima. Oggi il pianeta è circondato da milioni di detriti che viaggiando tutti a una velocità di circa 7 km/s, sono come proiettili in grado di perforare un'astronave. Tutti ricorderanno il film *Gravity*, con Sandra Bullock e George Clooney che vengono colpiti da detriti nello Spazio, bene quella scena è un'eventualità del tutto plausibile nella realtà. La stessa SpaceX, che opera in orbita oltre 3000 satelliti *Starlink*, ha dichiarato in un rapporto alla *Federal Communication Commission* americana che, nei soli primi sei mesi del 2022, ha dovuto effettuare circa 7000 manovre per evitare detriti o altri satelliti. I satelliti della *SpaceX* manovrano in maniera autonoma perché dotati di un'intelligenza artificiale di bordo, ma tutti gli altri no. Quindi se consideriamo che tra pochi anni avremo diverse decine di migliaia di satelliti e qualche milione di detriti, tutto ciò comporterà una complessità difficile da valutare.

Poi bisogna considerare anche un altro rischio. Molti detriti ricadono subito dopo il lancio, altri dopo qualche mese o qualche anno e spesso anche in zone abitate. Con l'incremento dei lanci sarà necessaria una mitigazione del rischio con delle normative che oggi sono assenti. Al momento non tutti i satelliti sono dotati come gli *Starlink* di sistemi di controllo per prevenire scontri orbitali. La maggior parte degli operatori fa affidamento sui radar del NORAD statunitense per sapere cosa avviene nello Spazio. Ma nel momento in cui la densità della popolazione di oggetti diventerà enorme, bisognerà trovare delle soluzioni per mitigare i rischi. Anche perché lo Spazio non è infinito e i satelliti terminato il propellente restano in orbita senza controllo. Presto o tardi quindi la questione di deorbitare i satelliti in fine vita diventerà esiziale ma di fatto comporterà l'analisi di un altro aspetto inquinante, quello cioè di bruciare in alta atmosfera oggetti inquinanti. Infatti, i satelliti sono dotati di pannelli solari, batterie, circuitazione elettronica e propellenti tossici, tutti materiali piuttosto deleteri per l'ecosistema atmosferico.

In materia di energia, tecnologie utilizzate sulla terra come quella nucleare si stanno esportando nel settore spaziale. Quali sono in particolare le applicazioni dell'energia nucleare nello Spazio? Quali sono i rischi?

L'energia nucleare nello Spazio è utilizzata da anni, per esempio, per realizzare sistemi di alimentazione di satelliti militari o di sonde interplanetarie che in questo modo riescono ad avere un'energia continua anche a milioni di km da terra.

Dato che nello Spazio ci muoviamo su orbite ben precise e non possiamo muoverci liberamente andando da un punto all'altro del Cosmo come nei film di fantascienza, la propulsione nucleare è vista come un sistema rivoluzionario per avere una fonte di energia continua che ci permette di avere un Delta V, ossia un'accelerazione continua, in modo da poter continuamente cambiare orbita e spingerci velocemente verso altri pianeti.

Però in pratica questo significa costruire centrali nucleari nello Spazio e non credo che questa sia una prospettiva realizzabile nel breve termine.

Il discorso invece può essere diverso se si parla dell'utilizzo di centrali nucleari per alimentare infrastrutture spaziali. Per esempio, la Cina ha dichiarato che la sua futura base lunare sarà alimentata con energia nucleare e considerando che già durante la Guerra fredda alcuni satelliti militari degli Stati Uniti e dell'Unione Sovietica erano alimentati a radioisotopi nucleari, possiamo affermare che questa può essere nel medio termine una fonte energetica utilizzabile nello Spazio.

La transizione energetica è la sfida più importante del nostro secolo. Dobbiamo raggiungere una produzione di energia pulita e sicura. La guerra russo-ucraina e le sue implicazioni sulla sicurezza energetica stanno accelerando questo processo. Tuttavia, manca ancora una tecnologia tale da produrre energia che possa soddisfare grandi economie. I recenti progressi tecnologici hanno reso più realizzabile l'utilizzo dell'energia solare dallo Spazio. Quanto tempo richiede questa tecnologia per diventare fruibile? Quali sono i principali problemi che si possono riscontrare nel suo sviluppo e implementazione?

Sin dagli anni Sessanta del secolo scorso, la NASA cominciò a studiare dei concetti di *stazioni spaziali solari* che collezionassero l'energia solare e la rimandassero sulla Terra. In teoria, l'energia solare nello Spazio è continua e ha elevata densità, quindi l'idea di costruire un collettore spaziale è un'idea allettante. Progetto però facile a dirsi, ma difficilissimo a realizzarsi.

Le difficoltà tecnologiche hanno sempre bloccato questa progettualità ma negli ultimi anni ci sono stati progressi nel progetto delle cosiddette *Space-Based Solar Power Stations*, cioè delle infrastrutture in orbita terrestre che tramite connettori e pannelli solari siano in grado di trasferire attraverso fasci di microonde energia su appositi raccoglitori situati a terra.

Ovviamente ci sono difficoltà tecnologiche da superare, penso per esempio allo scambio di calore che si creerebbe su queste infrastrutture nello Spazio, così come al calore creato sulla terra, però oggi si rilevano dei progressi abbastanza importanti. Gli americani hanno messo in orbita dei prototipi di "collettori" di energia solare che stanno sperimentando sulla navetta spaziale X37B del Pentagono. A loro volta, i cinesi hanno pubblicato molti studi in cui dichiarano di voler realizzare delle infrastrutture per la raccolta di energia solare nello Spazio da orbite geostazionarie. Lo stesso Jeff Bezos, il fondatore della Amazon, il quale investe miliardi nelle sue società spaziali, dichiara di voler portare l'industria pesante in orbita proprio per sfruttare l'energia solare. Ultimamente, anche l'Agenzia Spaziale Europea ESA sta studiando dei progetti di *Space-Based Solar Power*.

Personalmente ritengo che questo potrebbe essere un ottimo progetto di cooperazione internazionale in grado di mettere a fattor comune i costi e incentivare la collaborazione pacifica tra stati.

L'Italia presenta attori e capacità avanzate per l'aerospazio. Quali sono i principali obiettivi per il nostro paese e su quali direttrici bisognerebbe sviluppare una strategia per raggiungerli? Inoltre, quali aree di ricerca sono da prioritizzare per identificare le opportunità che possano apportare valore al sistema Paese?

L'Italia è una potenza spaziale in Europa, ma non può abbassare la guardia. Bisogna riconoscere che il nostro paese è tra le poche nazioni al mondo che dispone di capacità tecnologiche e industriali per costruire e lanciare razzi e satelliti.

Mantenere e sviluppare al meglio queste capacità è uno dei principali obiettivi per l'Italia anche perché in questo modo si evita il depauperamento industriale e l'esodo di know-how e competenze.

Ma allo stesso tempo, la New Space Economy si sviluppa su direttrici che richiedono nuovi approcci anche per il nostro paese.

Basti pensare che nel solo 2022 la SpaceX avrà realizzato 60 lanci mentre l'Europa cinque di cui uno andato male. Senza inseguire degli obiettivi irrealistici, una strategia prioritaria da dare al paese potrebbe essere quella di fare ricerca su sistemi altamente innovativi nel campo del trasporto spaziale, dei satelliti e dei servizi satellitari, soprattutto nell'elaborazione dei servizi di terra.

Si tratta di una sfida enorme perché il resto nel mondo va veloce, spinto da priorità geopolitiche cioè soprattutto strategiche e militari. So bene che il tema può essere controverso, ma la ricerca spaziale militare è anch'essa un driver importante per la crescita delle accademie, dei centri di ricerca e dell'industria, e inoltre aiuta il nostro paese nello scacchiere internazionale a sostenere una postura strategica credibile.