



Politica Aerospaziale e Operazioni

Aeronautica Militare
Comando Operazioni Aerospaziali
Centro Space Situational Awareness

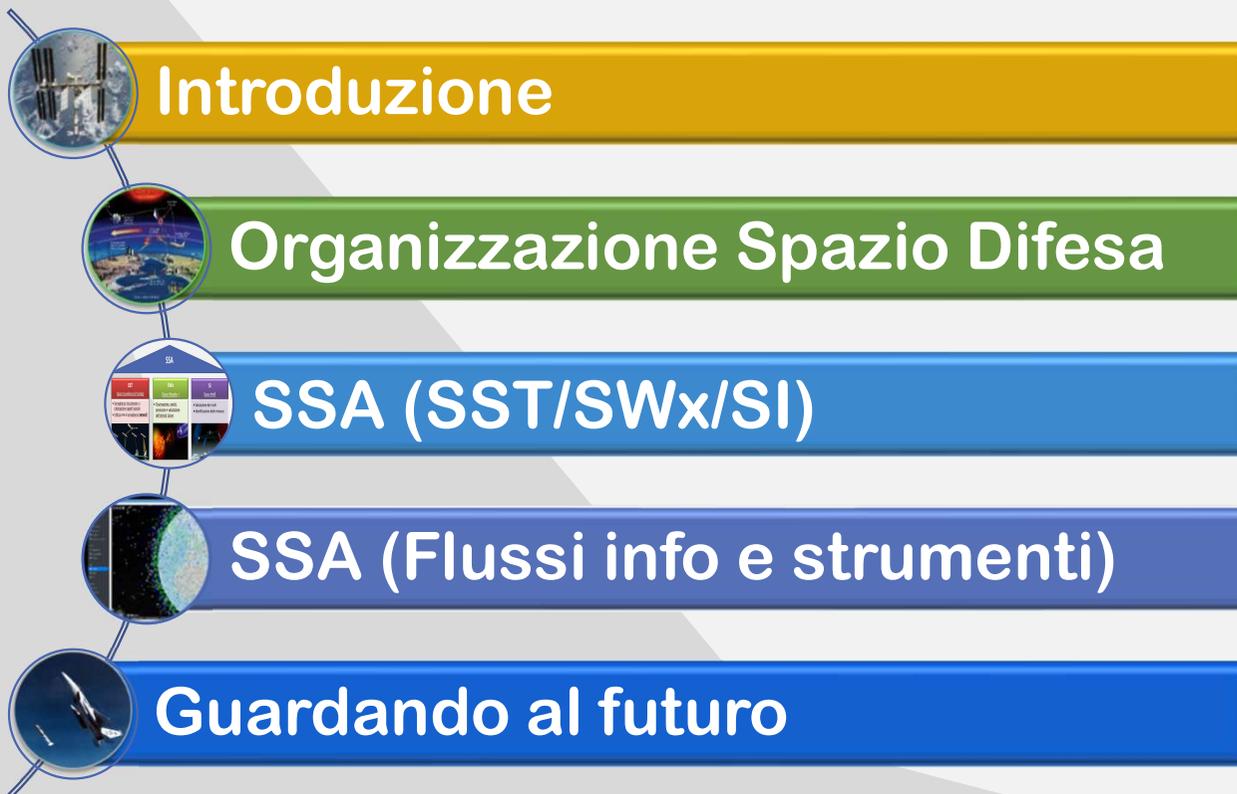
Napoli, 19 ottobre 2023

Ten.Col. Antonio Nachira
Capo Servizio Tecnico del CSSA



Aeronautica Militare

Agenda





Introduzione

**Congested,
Contested and
Competitive**

Naturale espansione
dell'ambiente aereo

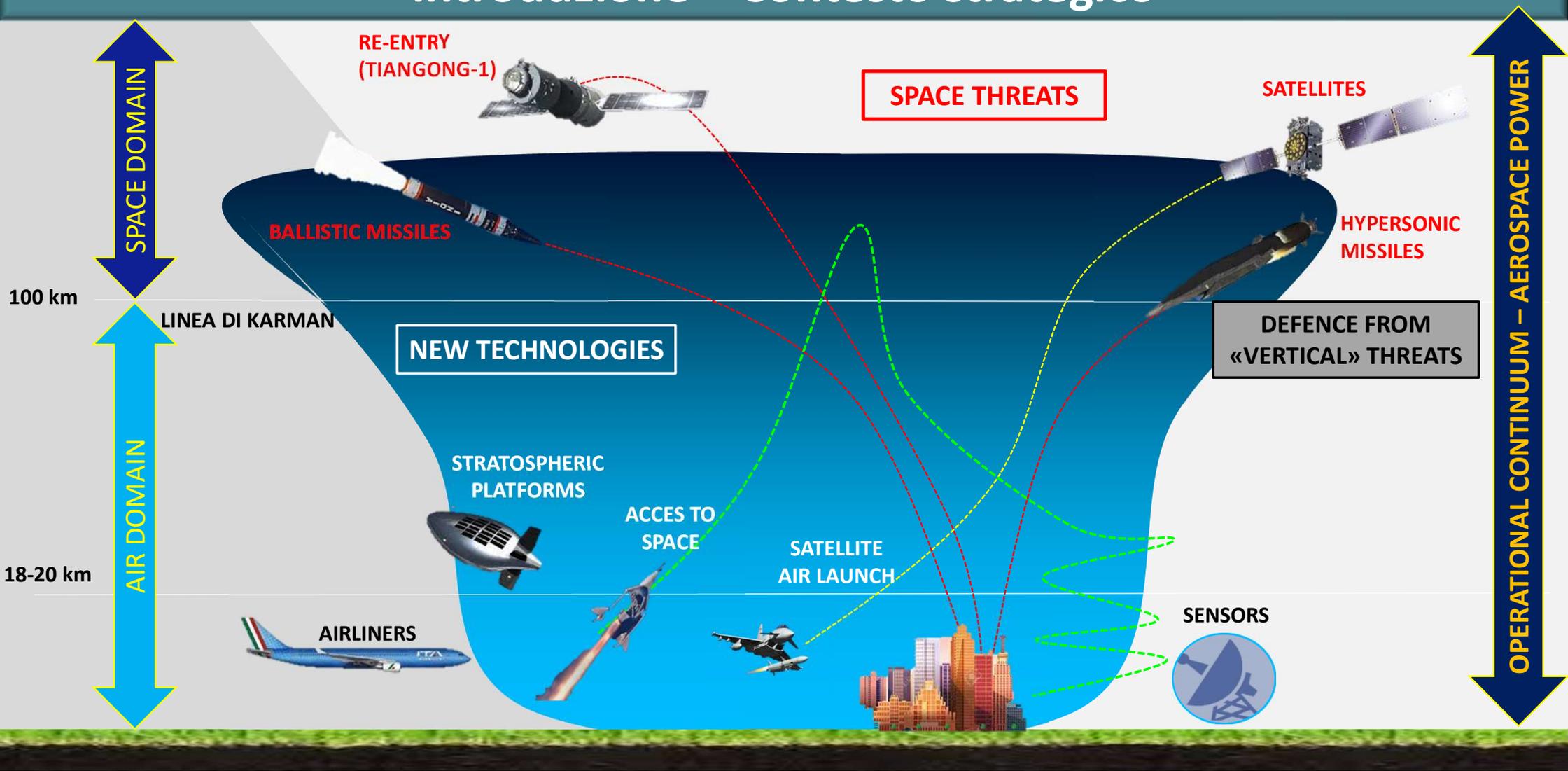
Opportunità

- Accademiche
- Industriali
- Cooperazione Internazionale

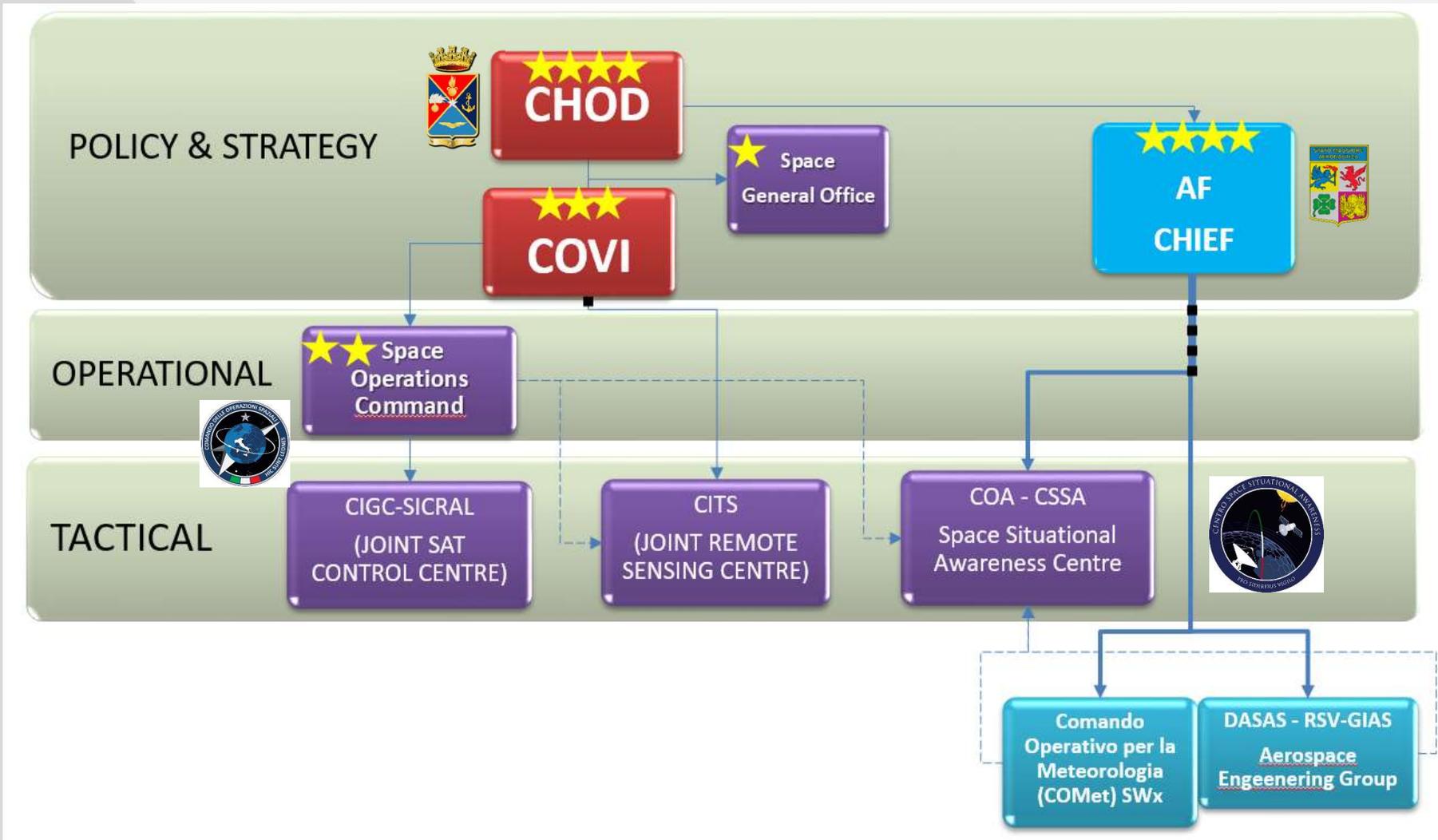
Servizi di interesse
nazionale civile e militare
(COMMS, NGPS, INTEL,
Meteo,...)



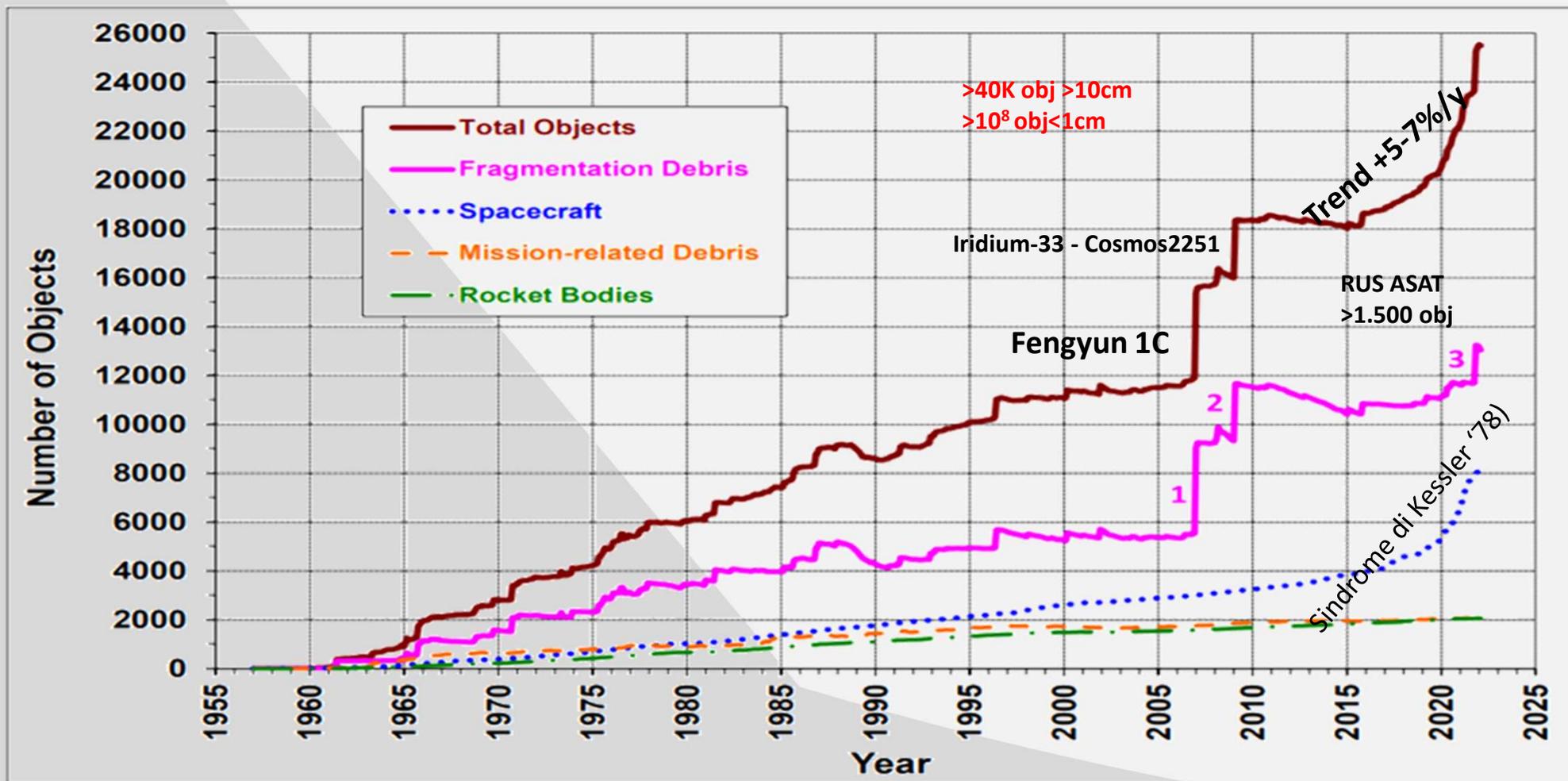
Introduzione – Contesto strategico



Organizzazione Spazio della Difesa



Introduzione – Trend of the Space Objects



Sindrome di Donald J. KESSLER – NASA (1978)



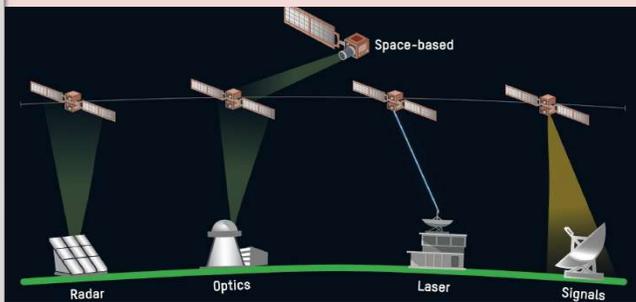
Definizione e Funzioni SSA

La **Space Situational Awareness (SSA)** è la capacità che integra le seguenti **Funzionalità/Macro servizi**:

SST

(Space Surveillance & Tracking)

- Sorveglianza, tracciamento e catalogazione oggetti spaziali
- Utilizzo rete di sorveglianza (**sensori**)



SWx

(Space Weather)

- Osservazione, analisi, previsione e valutazione dell'attività Solare



SI

(Space Intel)

- Valutazione dei rischi
- Identificazione delle minacce



- **Scopo**: individuare i rischi e le minacce **da/verso/nello** spazio e contribuire alla *security* Nazionale e Internazionale.
- La SSA concorre alla **conoscenza** e alla **caratterizzazione** degli **oggetti spaziali** e del loro ambiente operativo (SDA) in supporto ad attività sicure e sostenibili.
- La SSA concorre alla condotta delle **operazioni spaziali** (Space OPS), propone misure di mitigazione e potenzia l'*awareness* nella **Ballistic Missile Defence (BMD)**.



Funzioni SSA – Servizi SST EU



ISOC (Italian SST Operation Centre) Nazionale per il Consorzio EU-SST



Analisi di Re-entry (RE)



Il servizio di RE fornisce una valutazione del rischio di un rientro incontrollato di oggetti spaziali artificiali nell'atmosfera terrestre (R/B, >2.000kg, RCS>1m²).



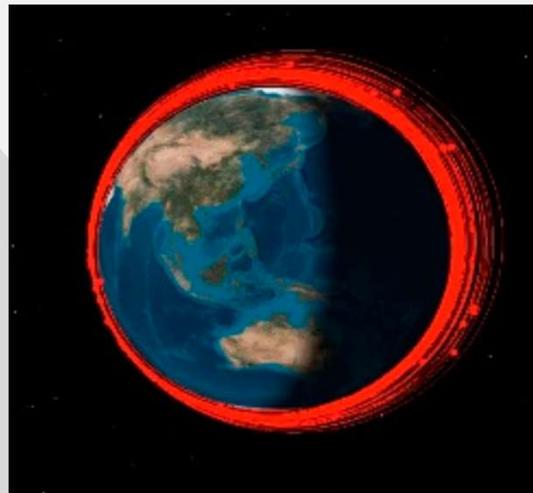
~10² eventi/anno

Alta risonanza mediatica - alto rischio per dinamica volo

Analisi di Frammentazione (FG)



Il servizio di FG fornisce l'individuazione e la caratterizzazione degli oggetti in orbita per i quali si è verificata una frammentazione.

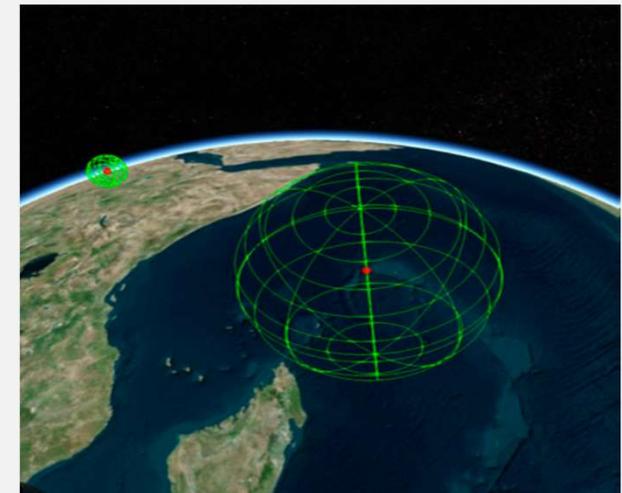


Pochi eventi/anno

Collision Avoidance (CA)



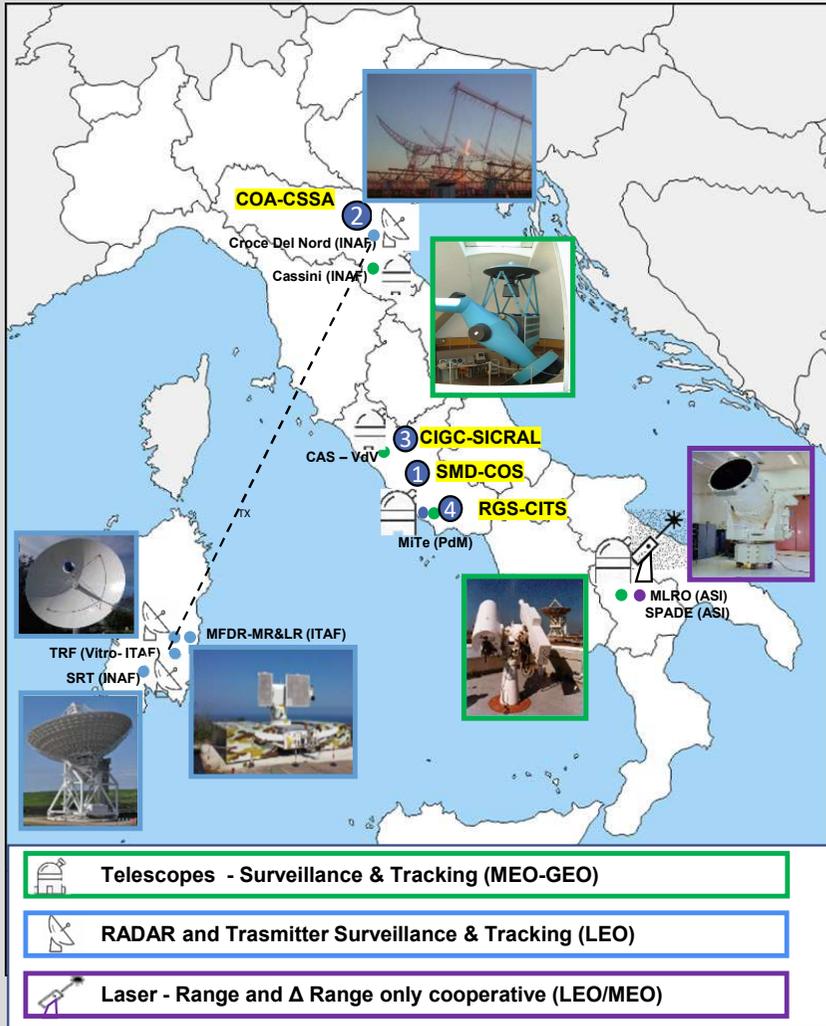
Il servizio di CA fornisce una valutazione del rischio di collisione tra oggetti spaziali artificiali e/o detriti e genera un'allerta di collision avoidance.



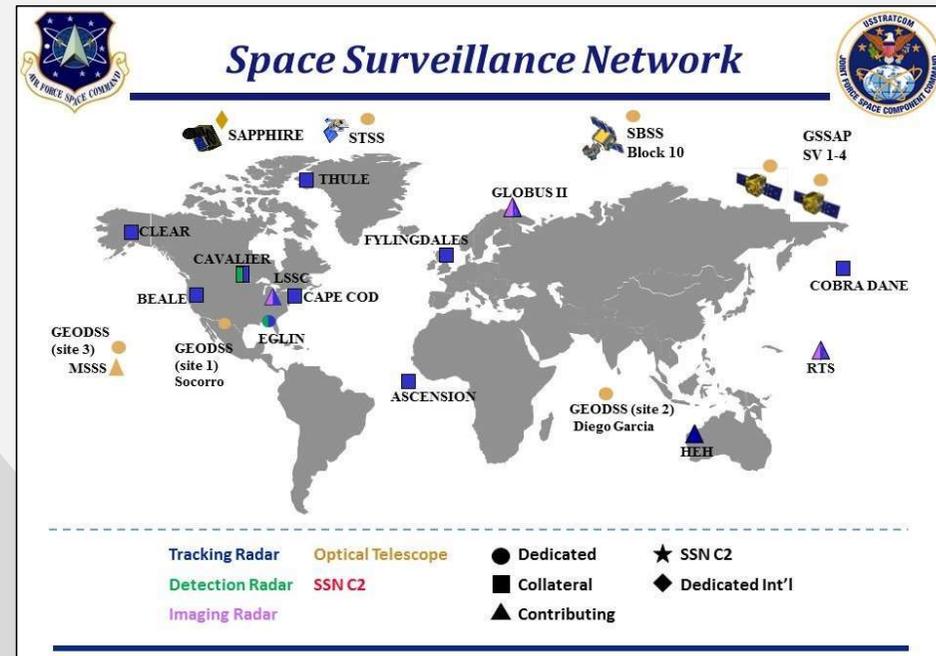
~10³ eventi/anno



Funzioni SSA – Space Surveillance & Tracking (SST)



- Nessun sensore pienamente dedicato a SST;
- EU-SST Framework per condivisione sensori Civ./Mil.;
- CSSA coordina ed attiva i sensori ITA, sia per esigenze operative che per calibrazioni
- Acquisizioni nuovi sensori in corso da parte ITA MoD



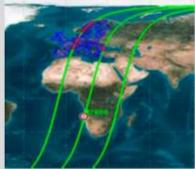
SSA/SST: Eventi di rilievo (1/3) – R/B CZ-5B Long March

I DEBRIS...LA «SPAZZATURA» DELLO SPAZIO - RAZZO CINESE CZ-5B LONG MARCH -

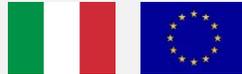


SSA – Servizi SST – RE (Re-Entry)

Il Centro SSA è il Centro Operativo Nazionale per il Consorzio EU-SST per i servizi di RE e FG



Analisi di Re-Entry (RE)



Il servizio di RE fornisce una valutazione del rischio di un rientro **incontrollato** di oggetti spaziali artificiali nell'atmosfera terrestre (R/B, >2.000kg, RCS>1m²)



Eventi

Minor ($\leq 2.000\text{kg}$)

Medium (2-4.000kgM)

Major (8.000kg o particolare rilevanza)

- Attivazione della Task Force di EUSST,
- Attivazione ProCiv in caso di attraversamento del territorio nazionale
- Avvio coordinamenti di COM EU con EASA



Controllato vs Incontrollato

- (ad es. Space X od altri con residua capacità di manovra)

R/B, serbatoi, vecchi S/C con concezioni costruttive «robuste»

- alta resistenza al calore
- circa 40% della sua massa impatta a terra

Fase finale prettamente balistica (non più oggetto orbitante)

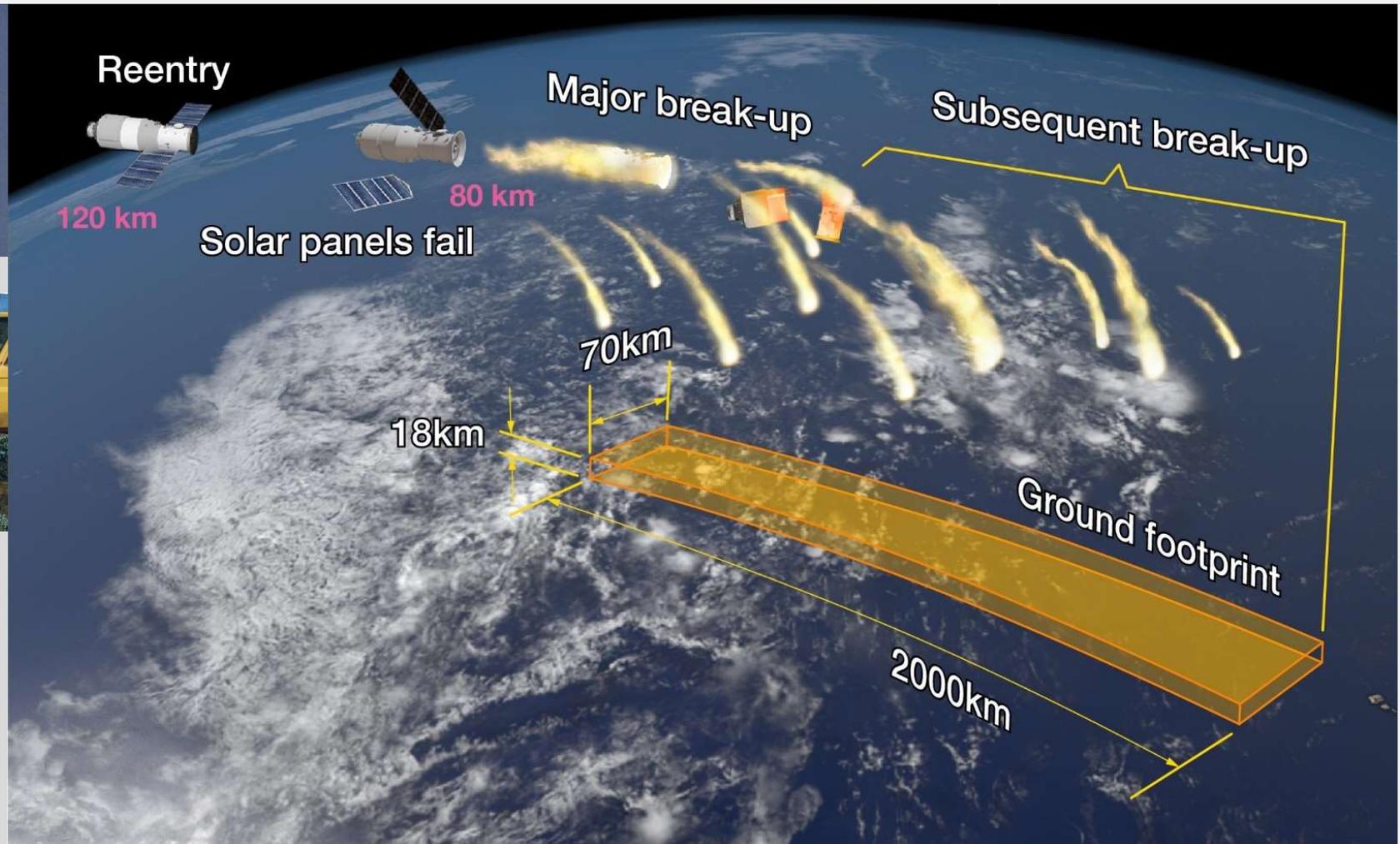
- non più oggetto orbitante

Assoluta difficoltà di parametrizzazione della dinamica di rientro

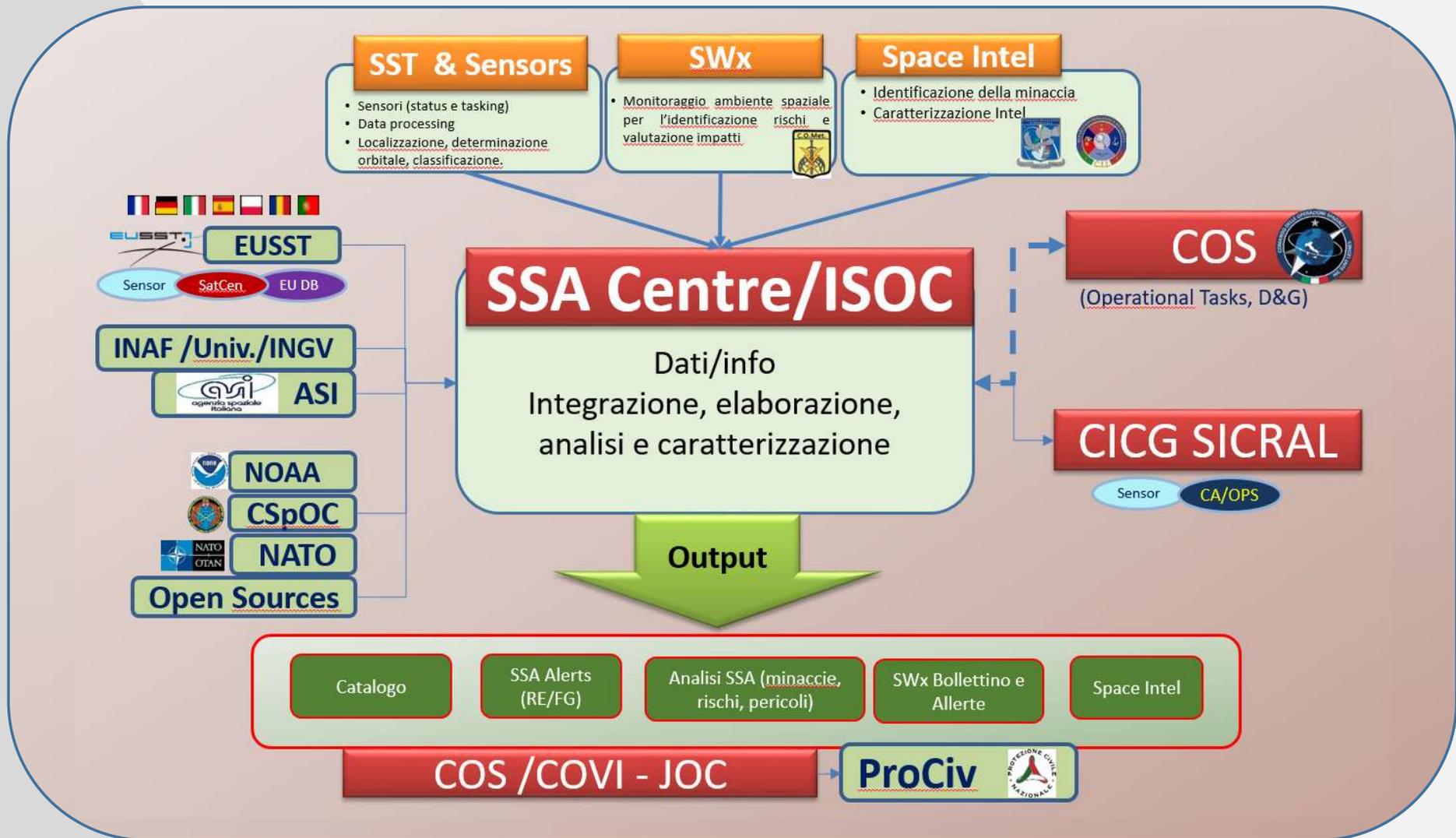
- (disclaimer)



SSA – Servizi SST – RE (Re-Entry)

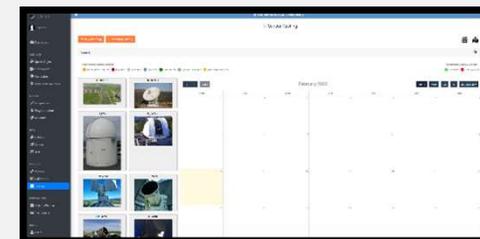
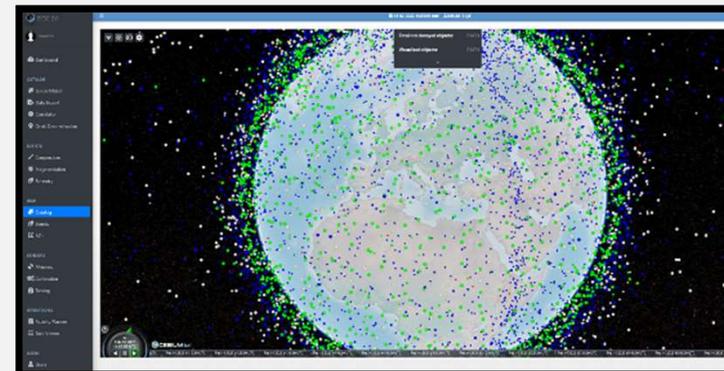
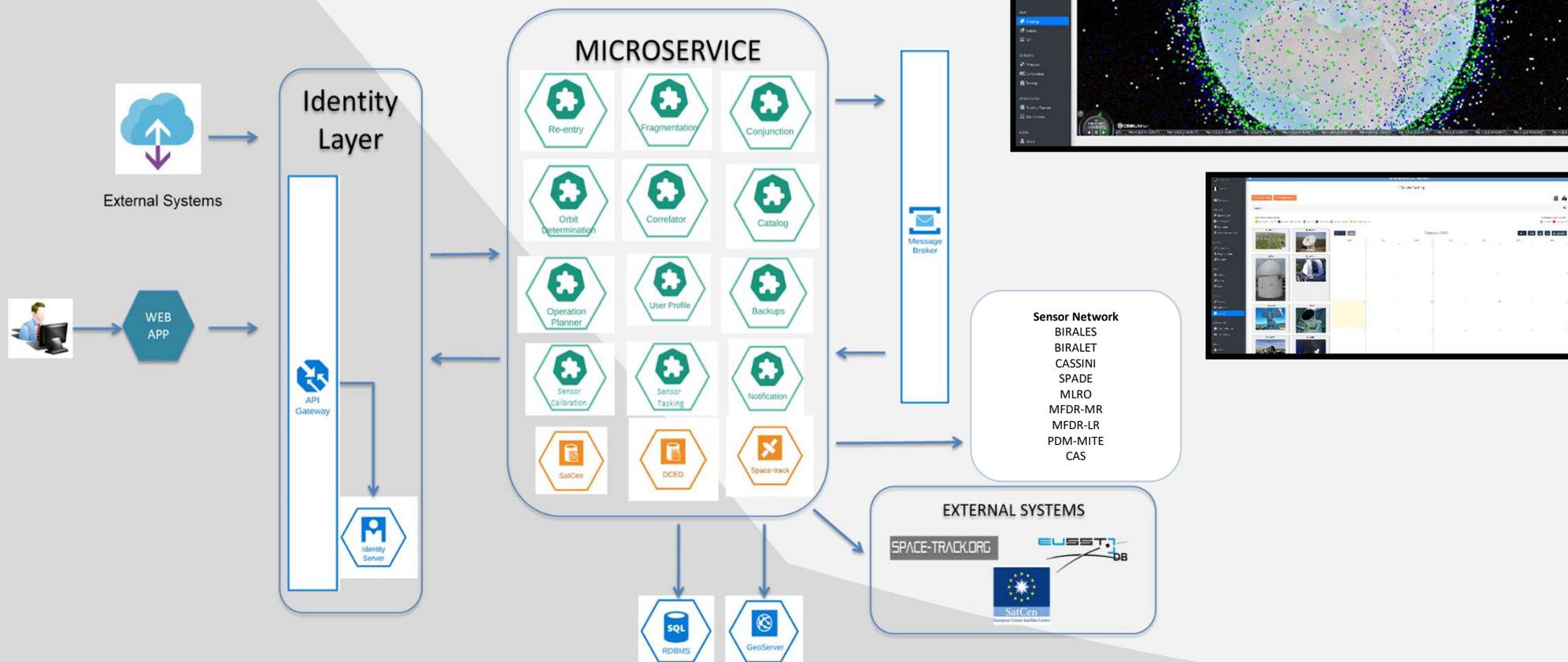


SSA – Flussi Informativi



SSA – Strumenti SW – ISOC 2.0 (presente)

- Architettura Web-based, a microservizi, con accesso remoto (web)
- In-house software (ongoing CA)
- Sviluppato da RSV-GIAS con il supporto industriale di LEONARDO e accademico di UniNa e PoliMi



Guardando al futuro – ISOC 3.0

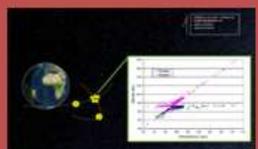
Lo sviluppo di **ISOC 3.0** permetterà di avere una piattaforma in grado di elaborare una Recognized Space Picture (RSP) per il consolidamento della Space Domain Awareness (SDA)

Re-entry Analysis



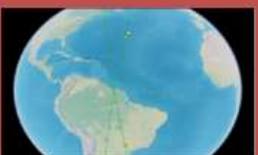
- Screening of the possible RE-entry events within 30 days
- Time and location estimations of large objects uncontrolled atmospheric re-entry
- Visualization of density population maps and alerts generation as soon as the predicted ground track of the re-entry object overflies a high-density populated zone

Fragmentation Analysis



- Time evolution of fragments cloud
- Estimation of the possibility of orbital crossing (collision risk)
- Statistical estimation of collision probability for debris too small to track.
- Non-Covariance Based collision risk estimation techniques implementation
- "Fragment Analyzer" estimating ballistic coefficient to improve propagation

Conjunction Analysis



- Autonomous and continuous screening of the possible conjunction events
- Probability of Collision and the Miss Distance thresholds calculation for single or multiple conjunctions
- Maneuver Estimator, generating a collision avoidance maneuver estimation capable to avoid primary and collateral conjunctions

Integrated Space Picture



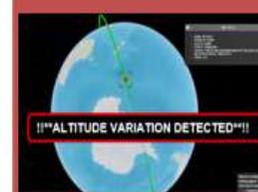
- Visualization of space objects
- Plot of propagated orbits
- Conjunction, Re-entry, Fragmentation events
- Areas of interest (AOI) visualization
- List all the satellites that overfly a selected AOI
- Definition of ground-based sensors with coverage characteristics
- List all the satellites that overfly a selected ground-based sensor.
- Plot of graphical trends of GDOP and PDOP of a selected GNSS fleet referred to a selected AOI
- Earth 3D digital model improved PDOP/GDOP and coverage visualization for improved trend

Maneuvers Recognition



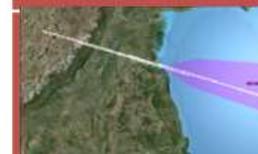
- Detection of orbital maneuvers for catalogued objects based on ephemeris comparison
- Main maneuver parameters estimation
- Orbit type estimation
- Integration with the Correlation Module to identify uncorrelated tracks after Maneuver detection

Threat Assessment and Anomaly Detection



- Machine learning based threat detection and suggested actions to cope and neutralize it
- Ground-on-space, space-on-space, space-on-ground threats
- Machine learning based anomaly detection, including: closely space objects, attitude and altitude variation, overflight and rendez-vous
- Innovative AI based anomaly detection and threat assessment to identify potentially hostile proximity operations and approach strategies

Launch



- Automatic sensor coverage analysis starting from launch related information
- Production of a list of sensors acquisition opportunities
- Production of a conjunction analysis report with the capability to filter per objects characteristics

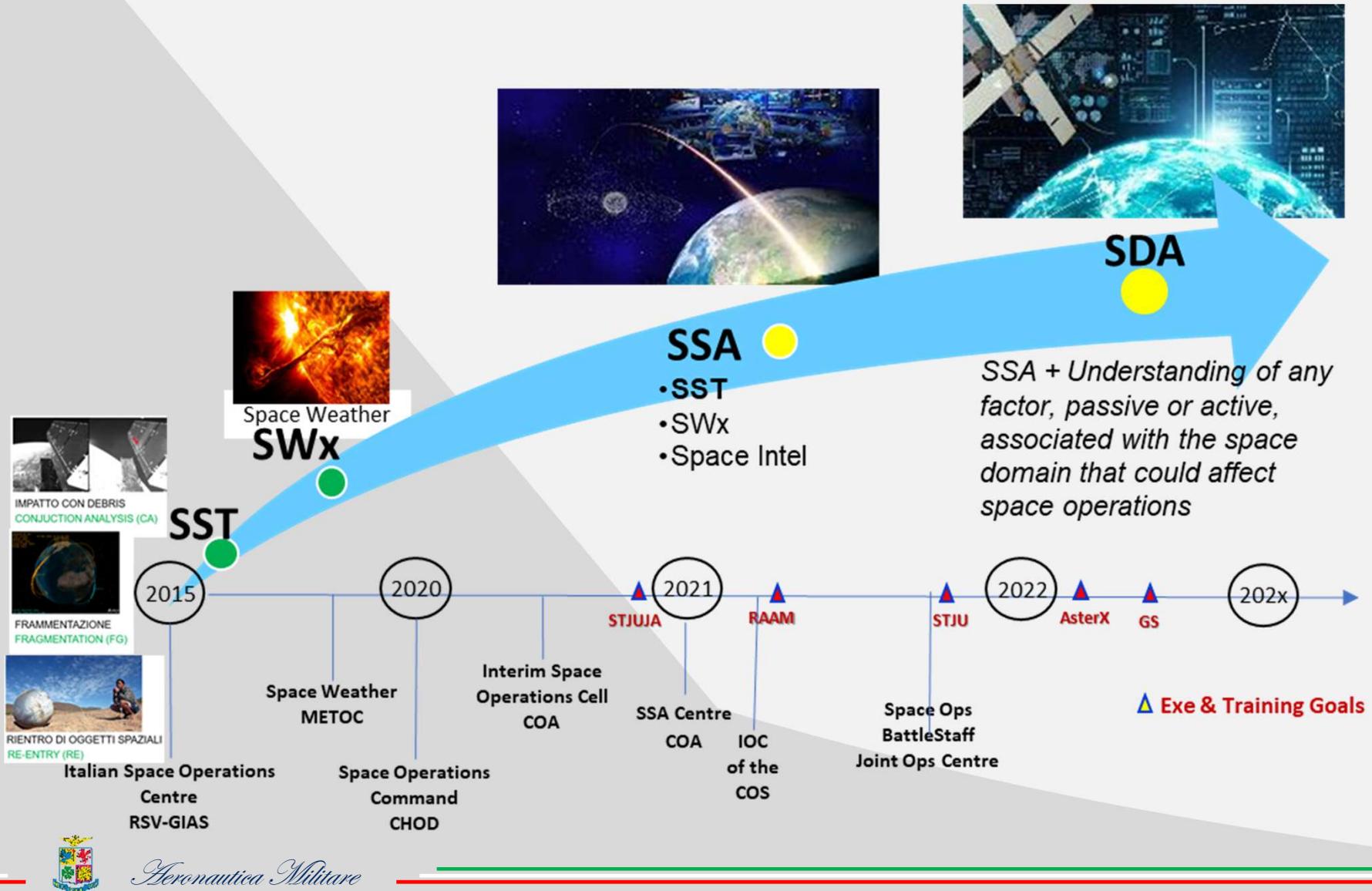
Spawning and Pattern of Life



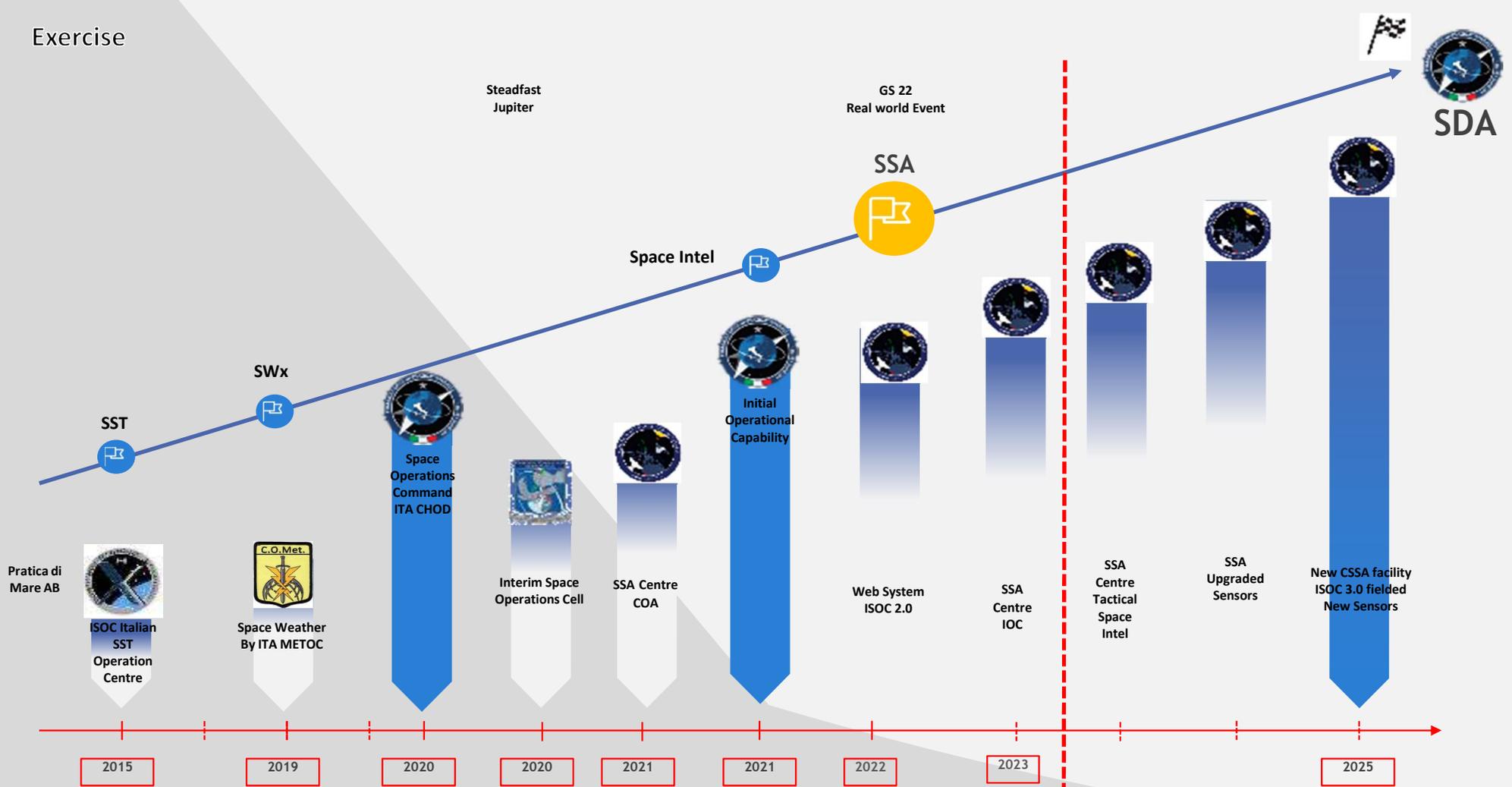
- Spawning events detection
- Data collection, orbit determination, and correlation of tracklets to catalogued or new objects
- Long Term Monitoring of targeted space assets, in order to facilitate detection and assessment of potential threats
- Timely Detection of anomalous pattern and automatic recognition of classified pattern



Guardando al futuro – (SSA → SDA)

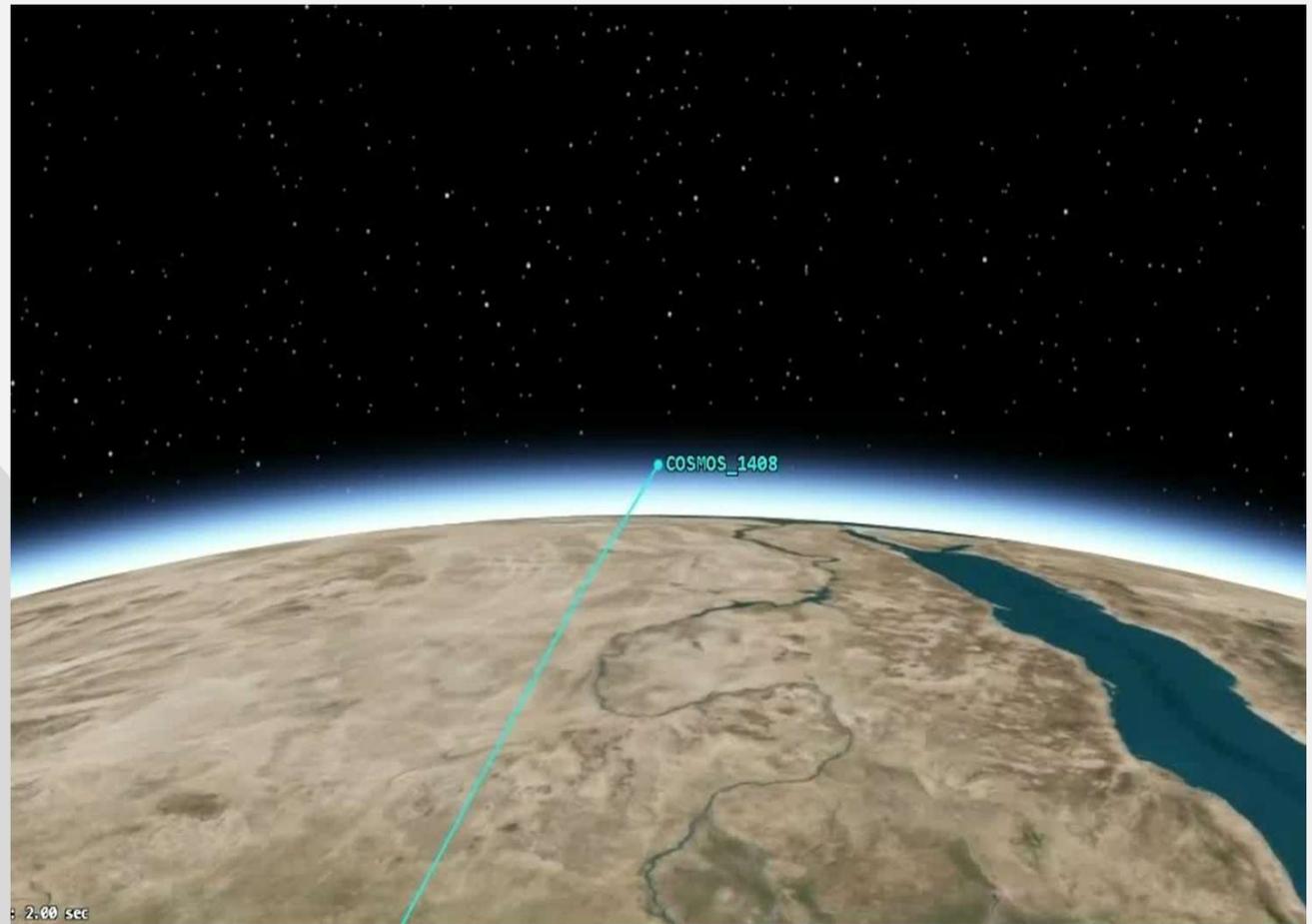


Guardando al futuro – (SSA → SDA)

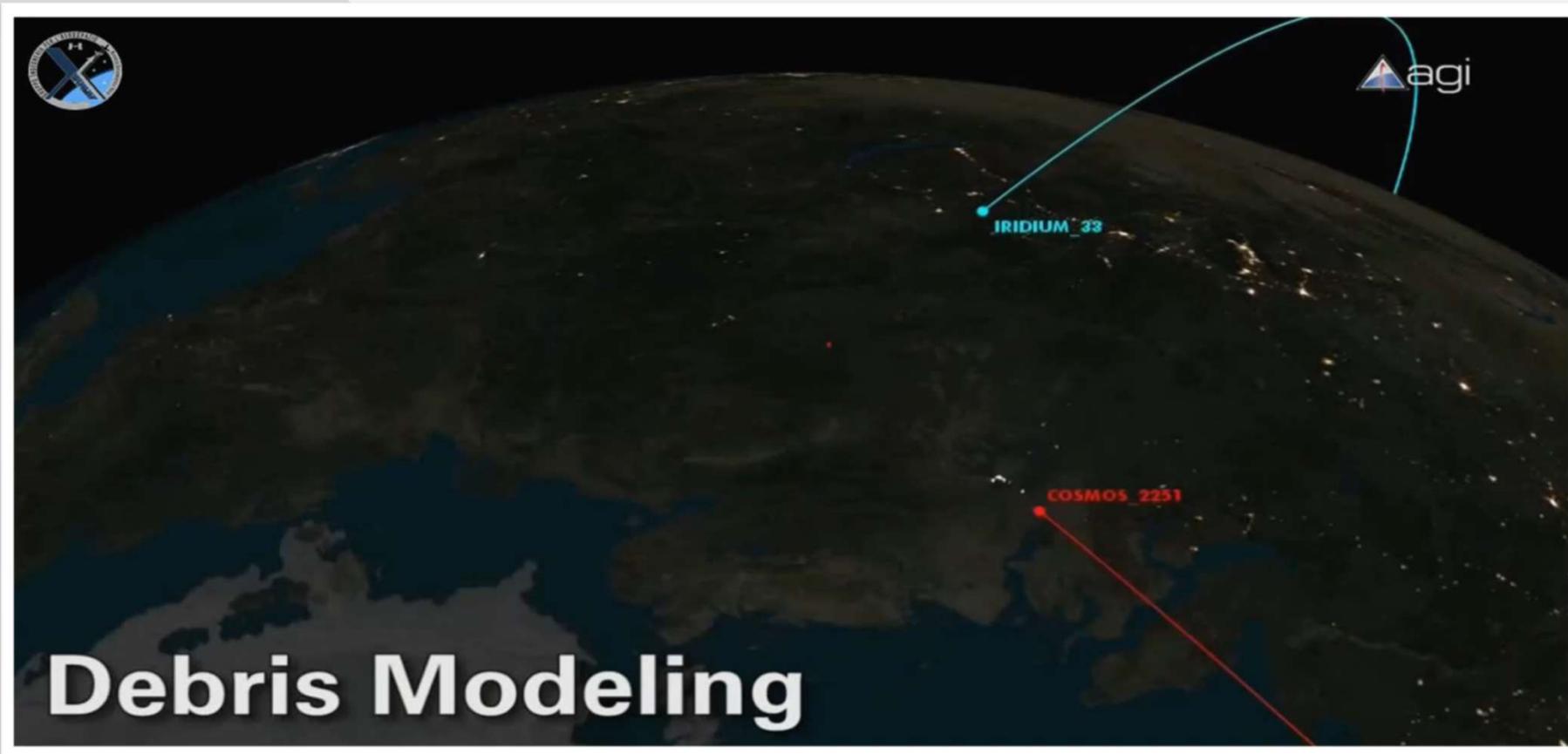


Eventi di rilievo (2/3) – ASAT vs COSMOS 1408

- Il **15 Novembre 2021** le forze aerospaziali russe hanno effettuato un **test delle loro capacità ASAT** distruggendo un loro satellite «defunto» (KOSMOS 1408) in orbita LEO.
- Il C-SSA ha stimato **circa 1200 frammenti (>10cm)**. Attualmente ne sono a **catalogo circa 1600**.



Eventi di rilievo (2/3) – IRIDIUM33 vs COSMOS2251 + SAT UARS



Collisione accidentale tra il satellite Iridium 33 (USA) e il satellite Cosmos 2251 (Russia) del 2009.

Satellite della NASA UARS (USA), rientro sulla Terra del 2011.



Esempi di DEBRIS





CENTO ANNI DELL'AERONAUTICA MILITARE
In volo verso il futuro
Flying toward the future
100 YEARS OF THE ITALIAN AIR FORCE



Q&A...
...grazie per l'attenzione!

Ten.Col. Antonio Nachira
antonio.nachira@aeronautica.difesa.it
+39 0532 822840 / +39 320 2857186



Aeronautica Militare