

Spazio sostenibile: le orbite terrestri come risorsa (da proteggere)

Dario Modenini

Alma Mater Studiorum Università di Bologna



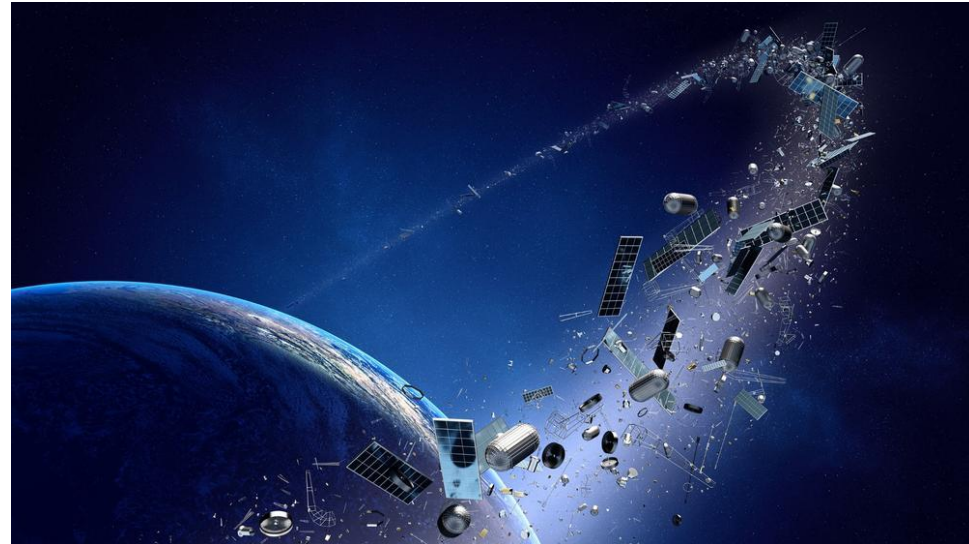
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI FORLÌ

Con il patrocinio di:



Uso sostenibile dello spazio?

If it's true that outer space is infinite, the near-Earth space it's not!



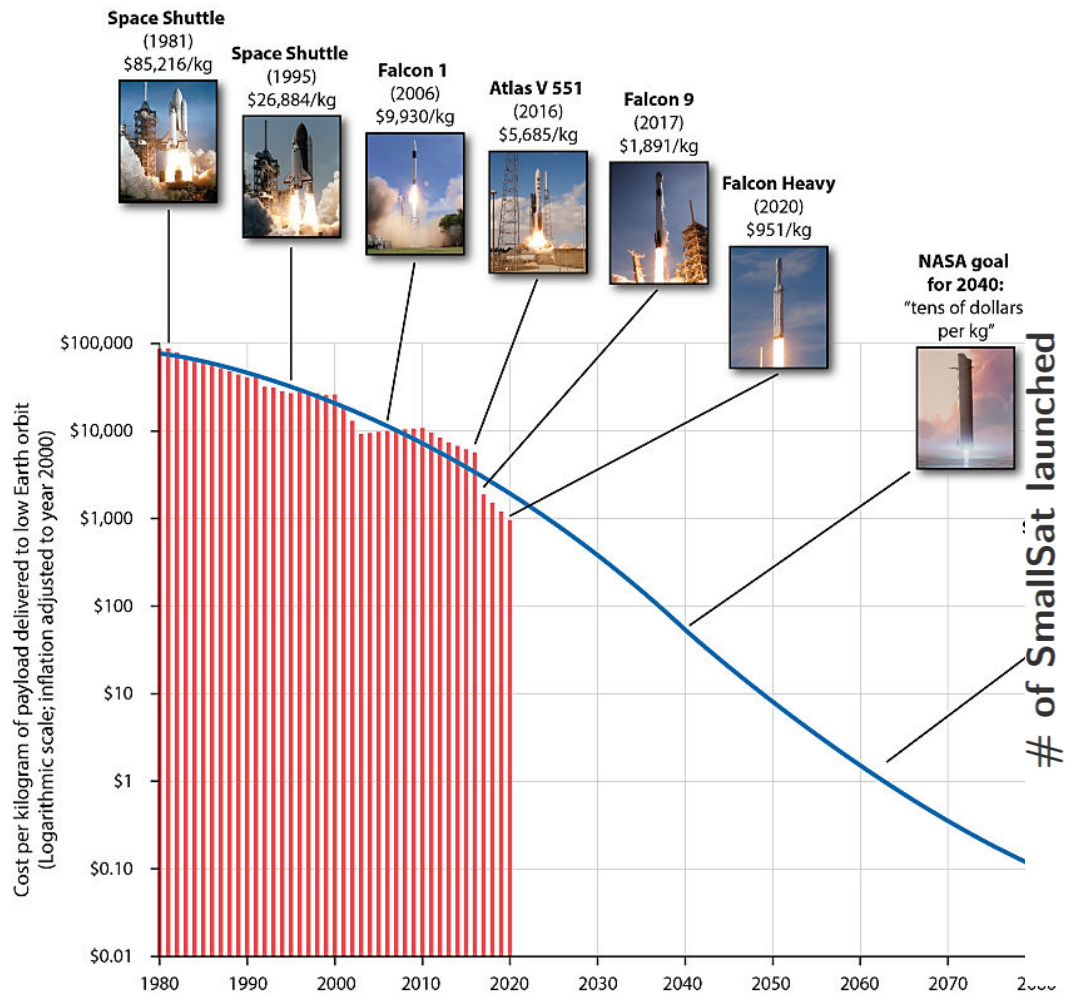
Prof. Moribah Jah

Expert testimony at the U.S. Senate Committee on Commerce, Space and Transportation, 2020

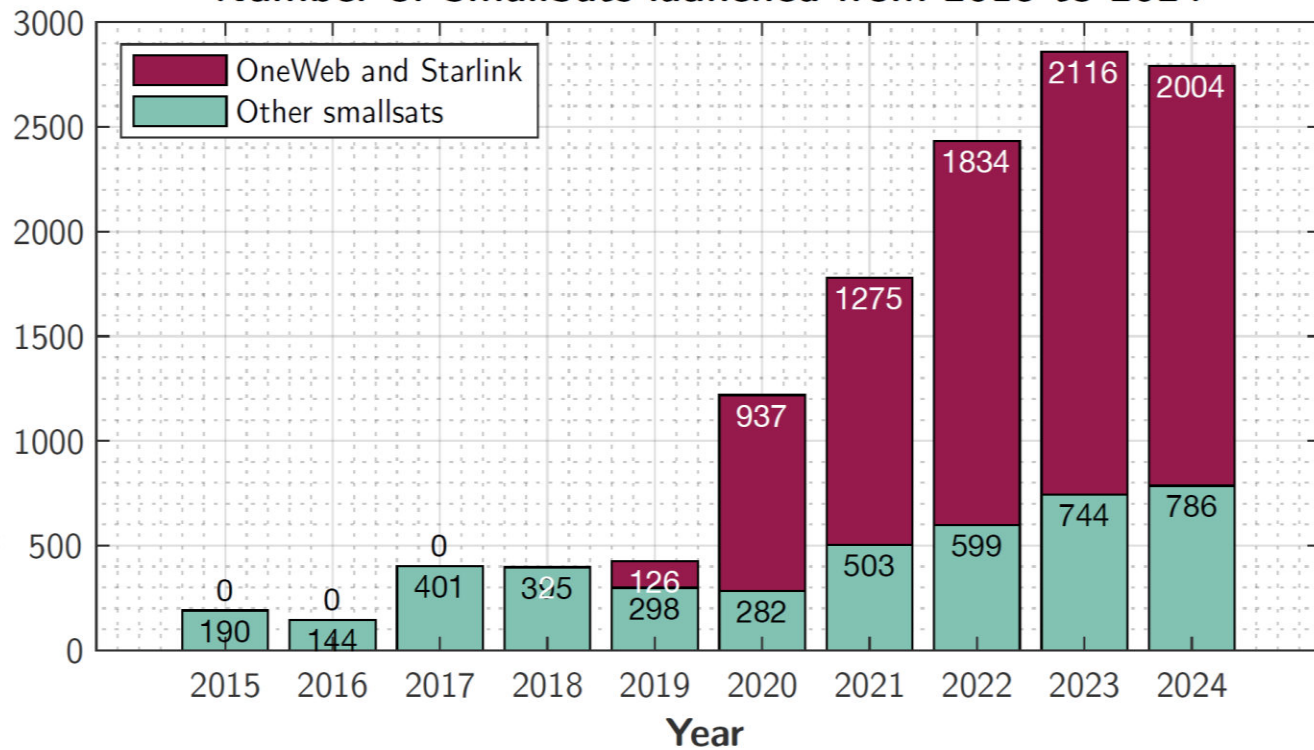
Sostenibilità orbitale: cos'è?

- La tecnologia satellitare è utilizzata in tutto il mondo, e lo sarà sempre di più. Per questo motivo, è sempre più importante **proteggere le regioni orbitali** da cui provengono **servizi fondamentali** come le previsioni meteorologiche, la ricerca sul clima, le comunicazioni e i servizi di localizzazione
- L'aumento del **traffico spaziale**, **operazioni spaziali sempre più complesse**, l'avvento delle **mega-costellazioni** sono alcuni dei fattori che minacciano la sostenibilità a lungo termine dello spazio
- Lo spazio può sembrare immenso, ma le **orbite** attorno alla Terra sono da considerarsi una **risorsa naturale limitata**
- Cosa possiamo/dobbiamo fare per assicurarci di poter continuare ad utilizzare lo spazio orbitale anche nel futuro?

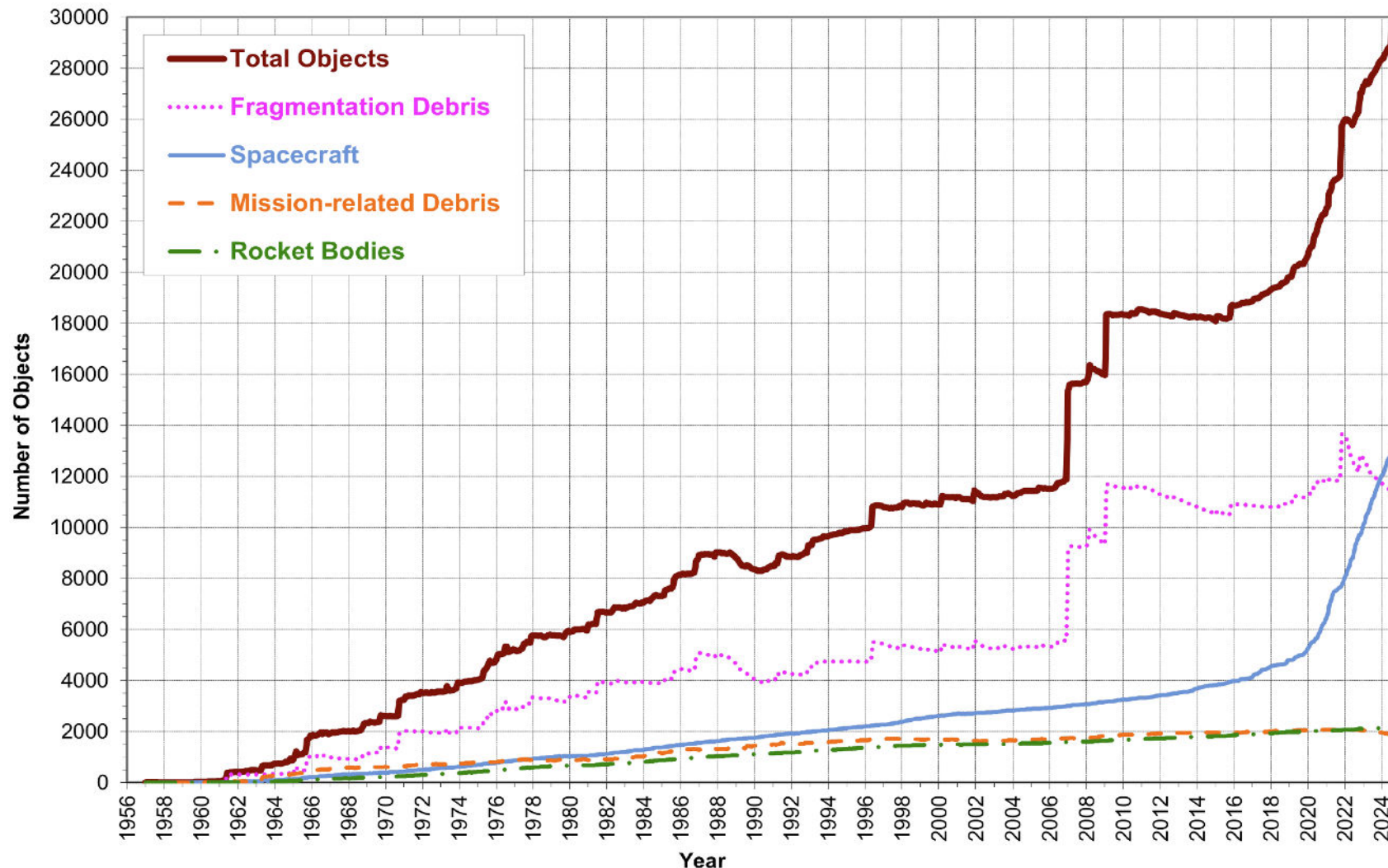
Accesso alle attività orbitali



Number of SmallSats launched from 2015 to 2024

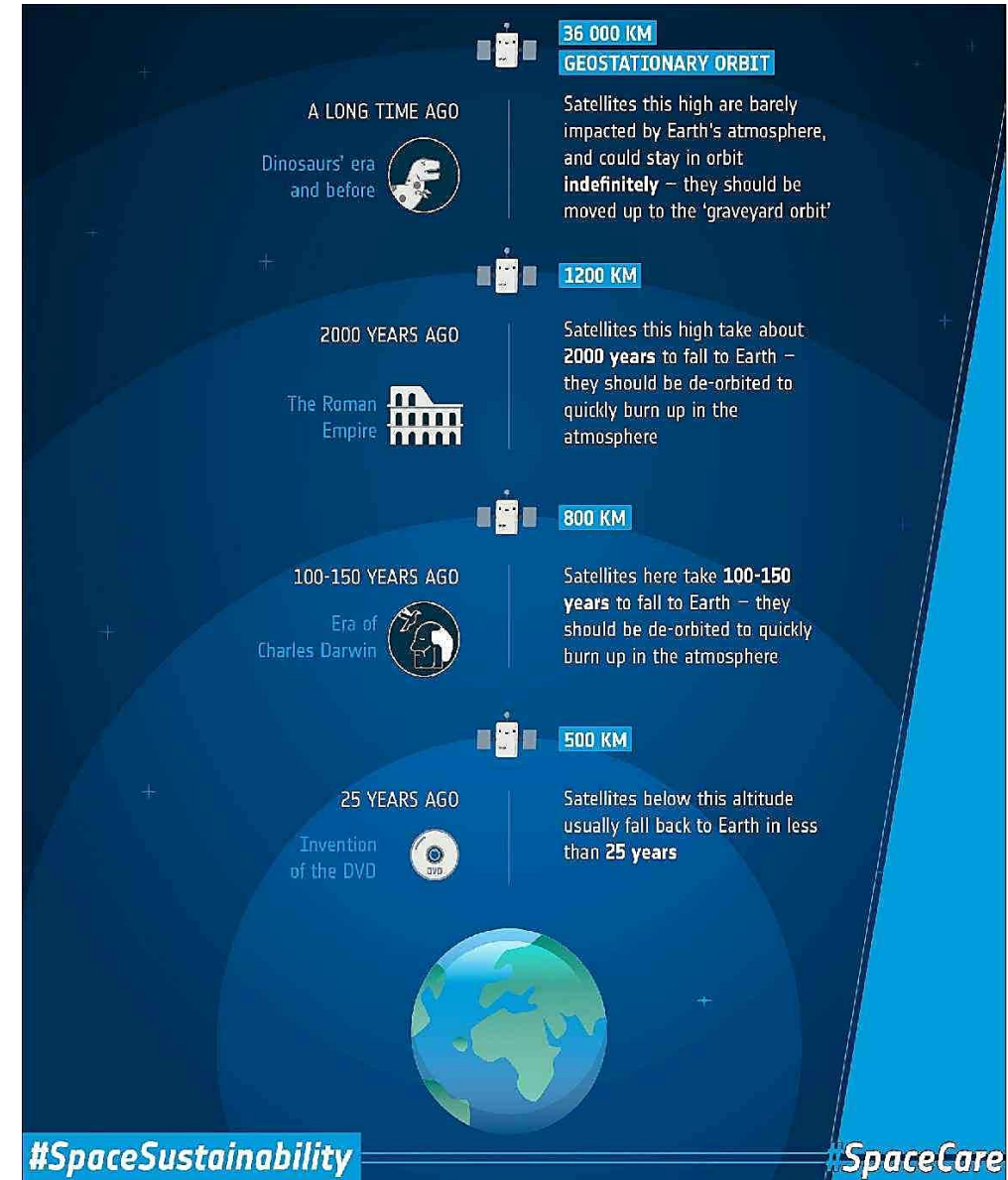


Troppa facilità di accesso allo spazio orbitale?

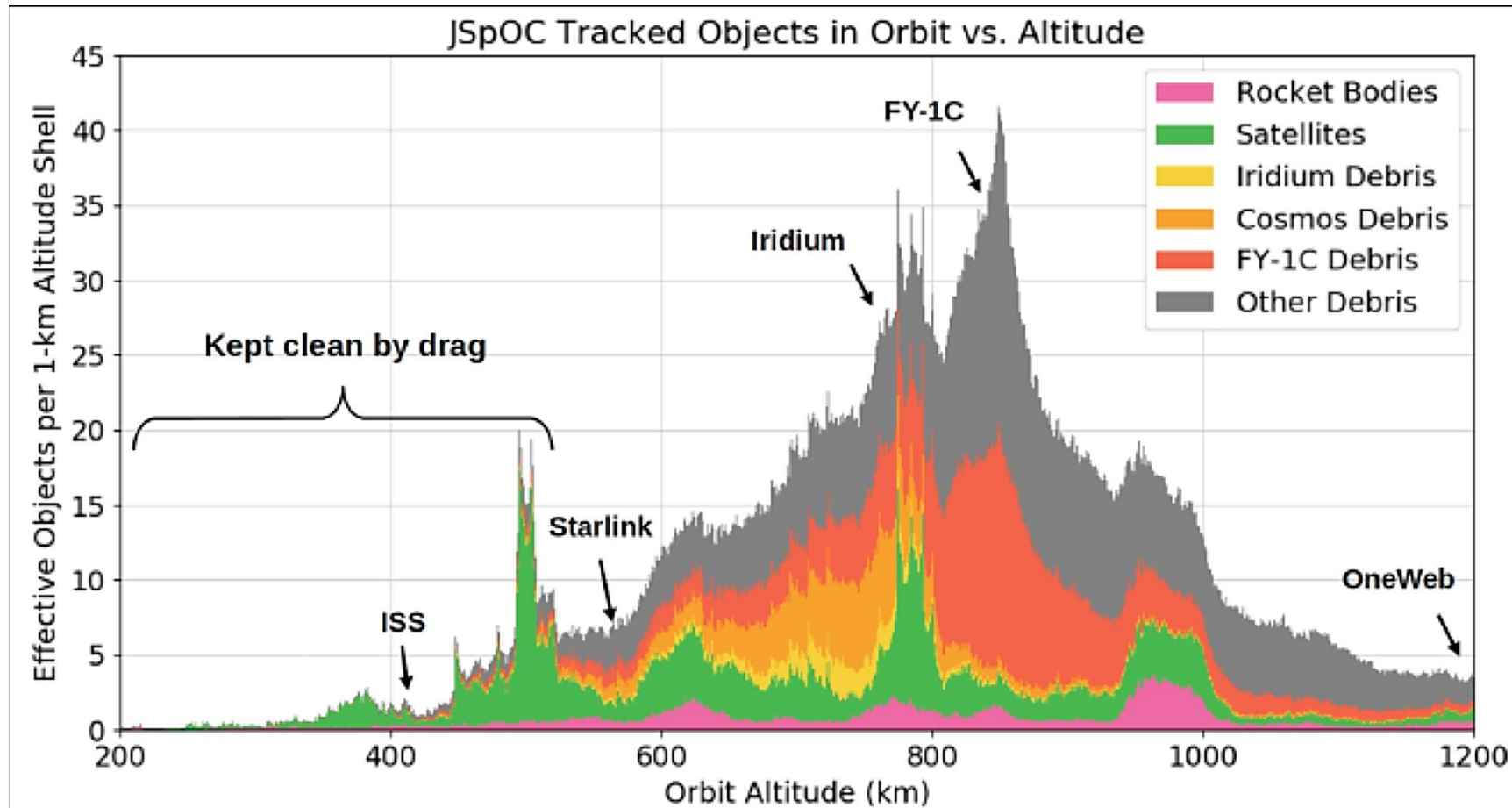


Detriti spaziali

- Ogni satellite non più operativo diventa detrito (spazzatura spaziale)
- Così come sulla terra diversi rifiuti hanno diversi tempi di (bio-)degradabilità, anche i satelliti in orbita hanno diversi tempi di «uscita dall'orbita» (ri-entro atmosferico)
- Ogni detrito rimasto in orbita, diventa un pericolo per i satelliti operativi in quanto potenziale fonte di **collisioni**

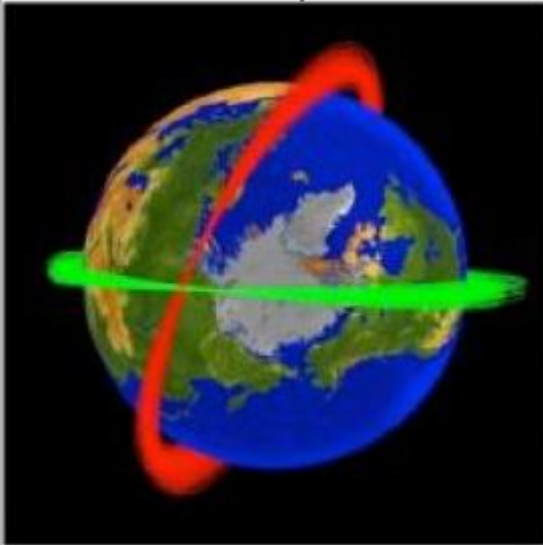


Non tutte le orbite sono ugualmente interessanti (e interessate dal problema del traffico)

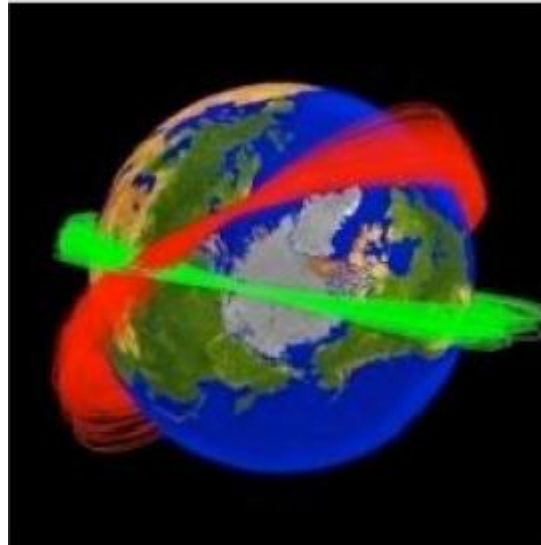


Collisioni in orbita

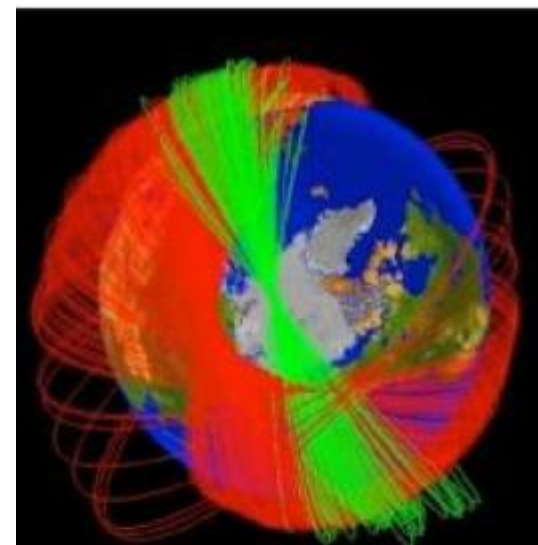
7 days



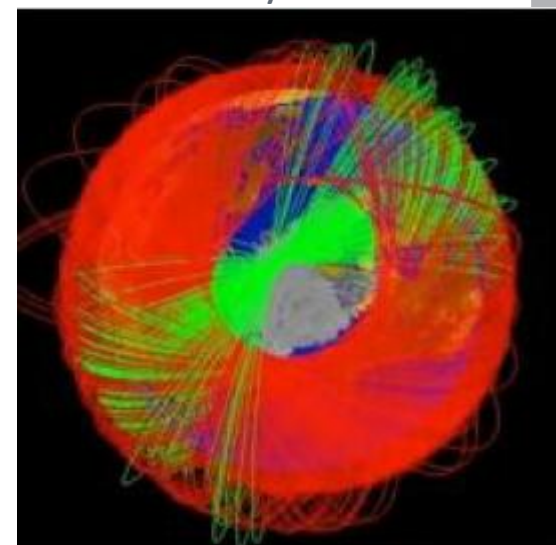
30 das



6 months

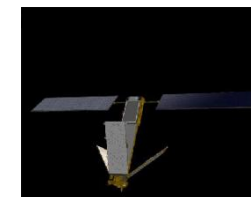


1 year

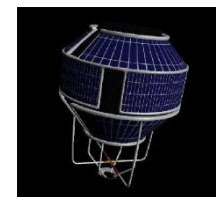


Il 10 febbraio 2009 si è verificato il primo incidente involontario tra veicoli spaziali

- **IRIDIUM 33**: US telecom sat (operativo)
- **KOSMOS2241**: Russian defense sat (non operativo)



IRIDIUM



KOSMOS

Collisioni in orbita

- Nel gennaio 2007, la Cina ha effettuato un test missilistico anti-satellite, distruggendo il Fengyun 1C, a satellite meteorologico non più operativo
- Il satellite viaggiava su un'orbita polare a 865 km di quota
- 2377 detriti > 10 cm generati dall'esplosione
- Si stimano ulteriori **150000** detriti più piccoli (sotto la soglia di misurabilità da terra)

Popolazione orbitale aumentata
istantaneamente del 24%!

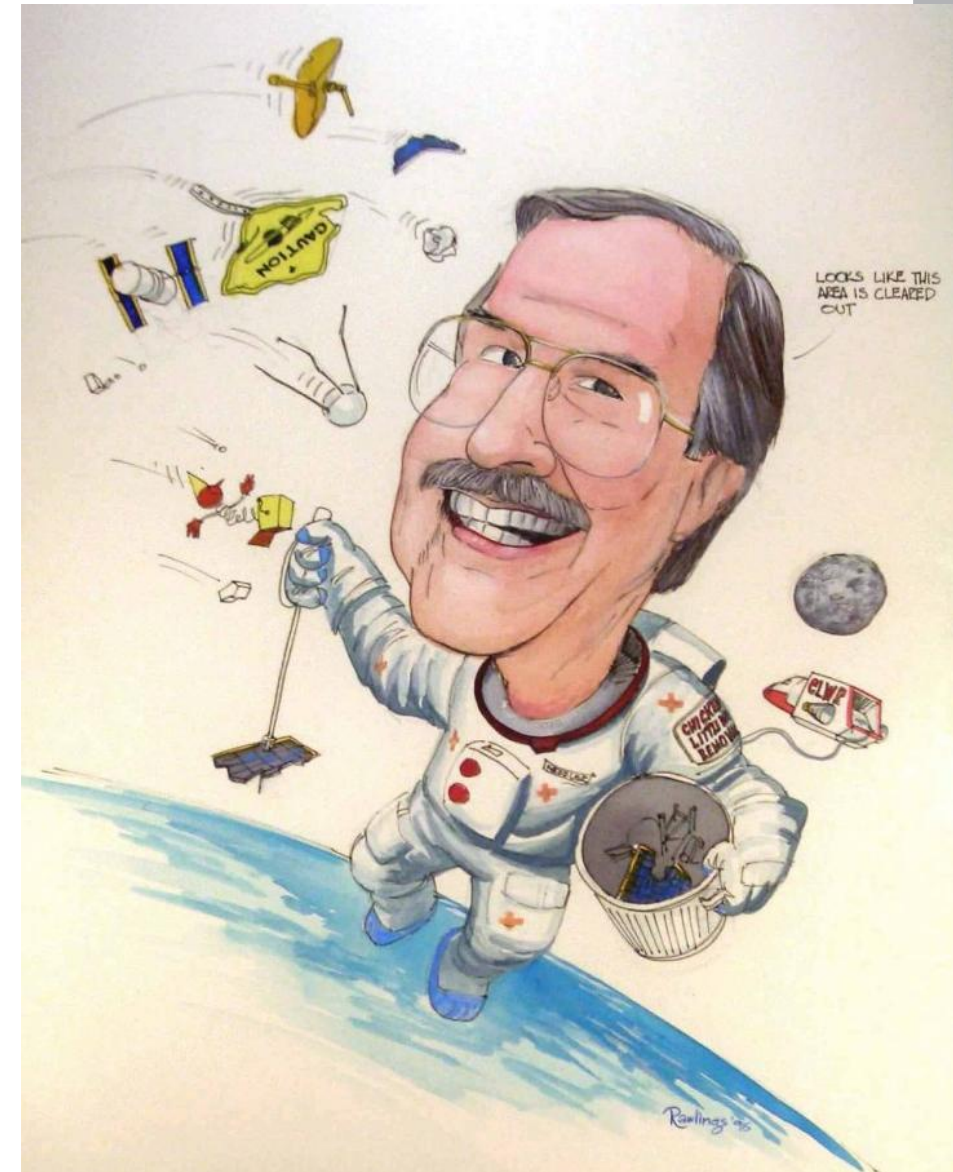


Sindrome di Kessler (1978)

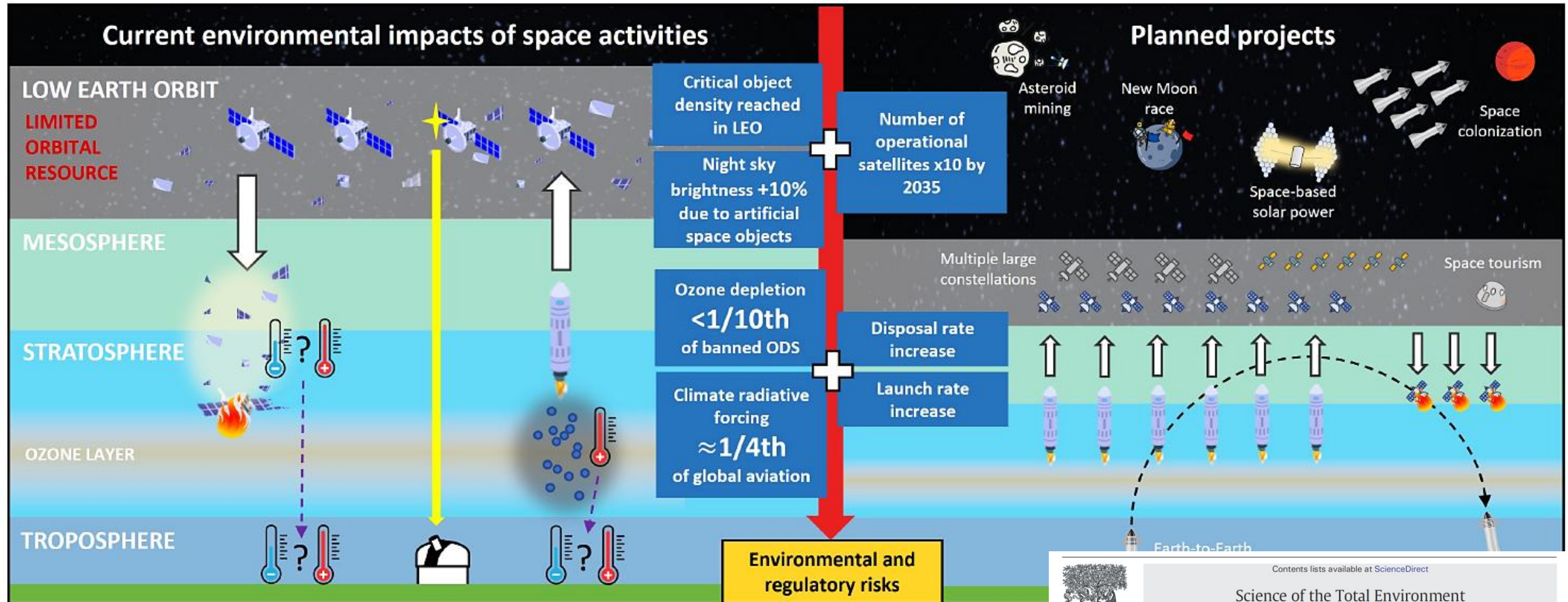
- Un numero sempre crescente di oggetti immessi in orbita causa un aumento della densità dei detriti spaziali.
- I detriti appena avranno maggior probabilità di collidere tra loro creando un numero maggiore di detriti più piccoli (frammentazione)
- Si innesca un meccanismo di collisioni a cascata che aumenta esponenzialmente la probabilità di ulteriori collisioni



Le attività spaziali in orbita bassa (più densamente popolata) diventano insostenibili



Sostenibilità: lo spazio come prolungamento dell'ambiente terrestre



- Inquinamento luminoso
- Consumo di ozono



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Review

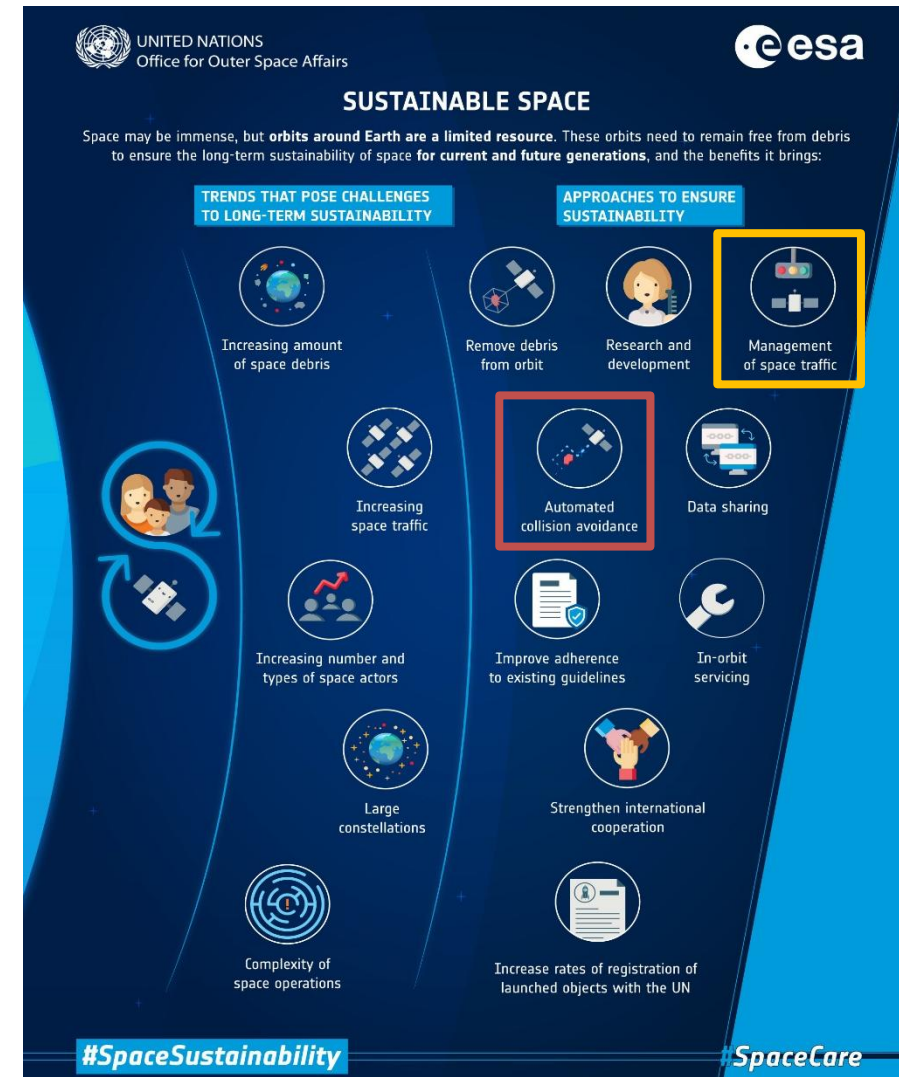
Environmental limits to the space sector's growth

Loïs Miraux

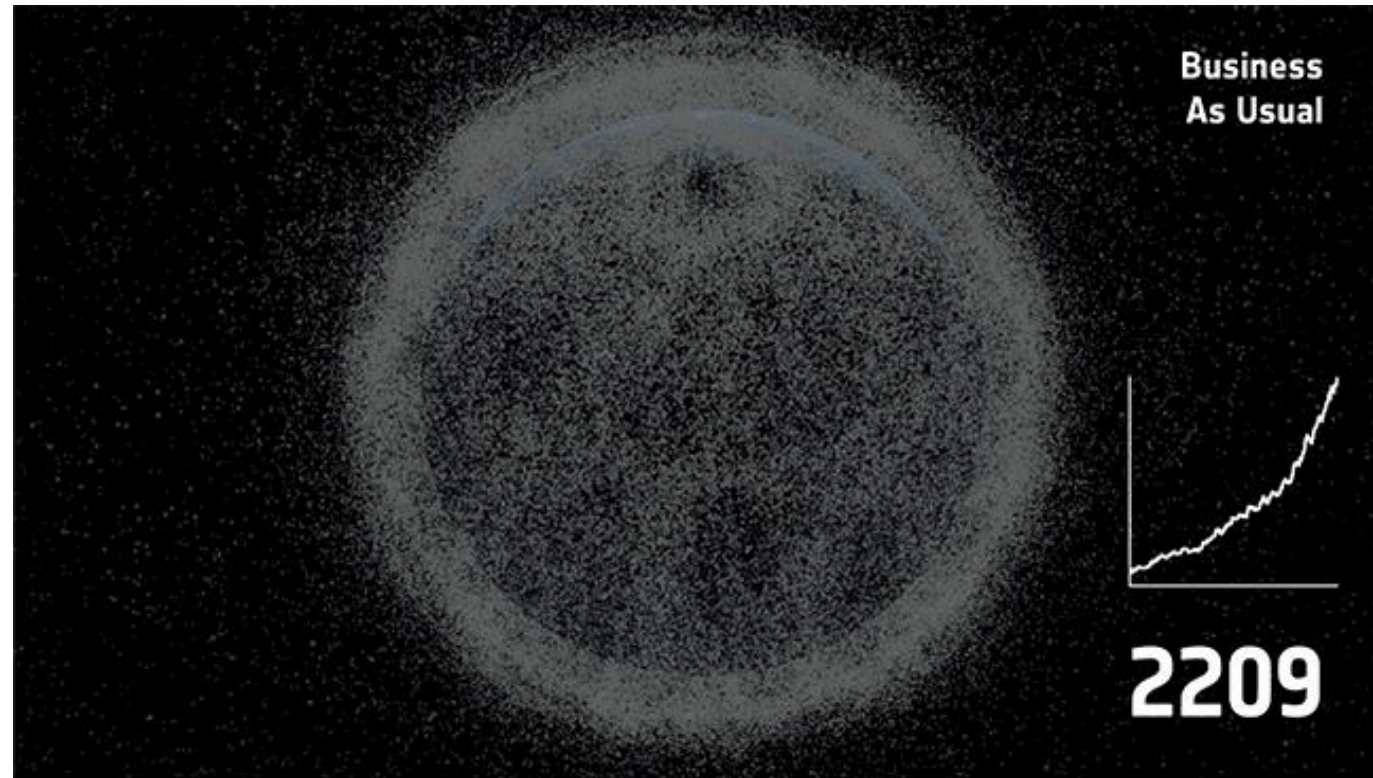
Sostenibilità: lo spazio come prolungamento dell'ambiente terrestre

Come mantenere la sostenibilità?

1. Gestione del Traffico Spaziale
2. Automazione della “collision avoidance”
3. Rimozione dei detriti dall'orbita
4. Aumento della vita operativa dei satelliti (*in-orbit servicing and repairing*)
5. Cooperazione internazionale/ creazione di linee guida condivise



In conclusione...





Grazie per l'attenzione!