

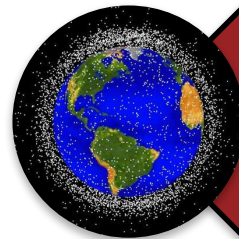
Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

# ***La frammentazione dei satelliti Fregat e Resurs P1***

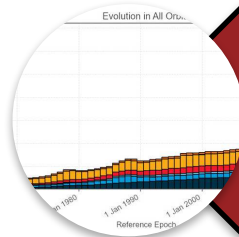
Tutor universitario: Dr. Lorenzo Olivieri

Laureando: *Kevin Birtele*

Padova, 25/09/2024



Ambiente particellare



Space environment report  
2024



Fregat RB/ Cluster 2



Resurs P1

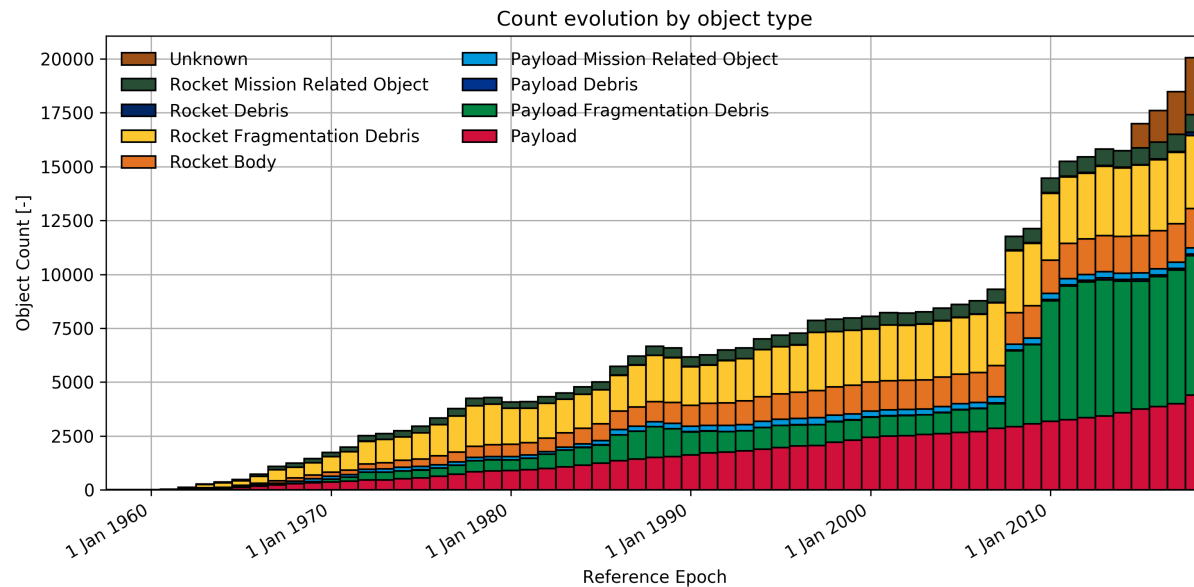
In questo elaborato ci si soffermerà su uno dei problemi che influisce sul successo delle missioni spaziali negli ultimi anni: **il continuo aumento del numero di detriti spaziali.**

- Analisi di due eventi di frammentazione avvenuti quest'anno: FREGAT e RESURS P1.
- Descrizione delle possibili cause alla base della loro frammentazione.

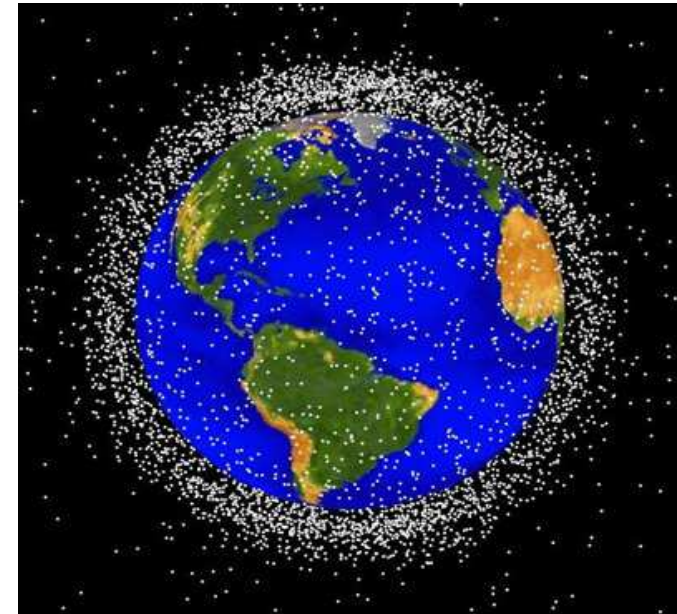
Aumento dei  
detriti spaziali



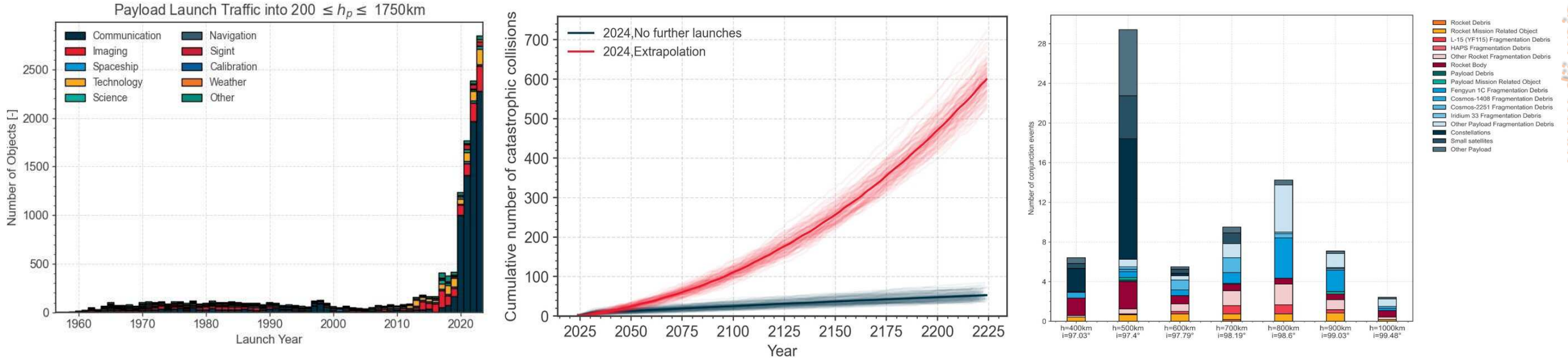
Innesco della  
sindrome di  
Kessler



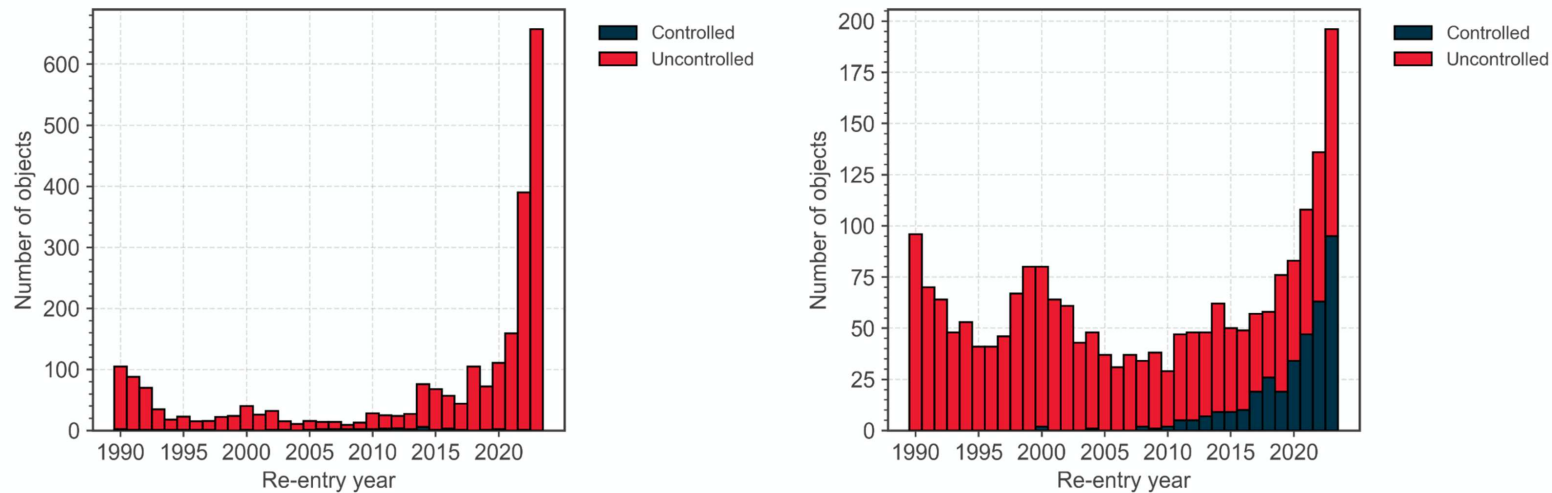
**Figura 1:** Grafico fornito dall'ESA rappresentante l'andamento dei detriti nel tempo



**Immagine 1:** distribuzione dei detriti spaziali fornita da ESA



**Figura 2,3 e 4:** numero di lanci di carichi utili in orbite basse nel tempo, numero probabile di future collisioni catastrofiche e numero di eventi di congiunzione aspettati per ogni altezza in un anno



**Figura 5:** numero di carichi utili (sinistra) e di razzi (destra) che rientrano in atmosfera ogni anno.

Lancio sperimentale di  
un razzo

Due parti  
distinte  
destinate a  
separarsi

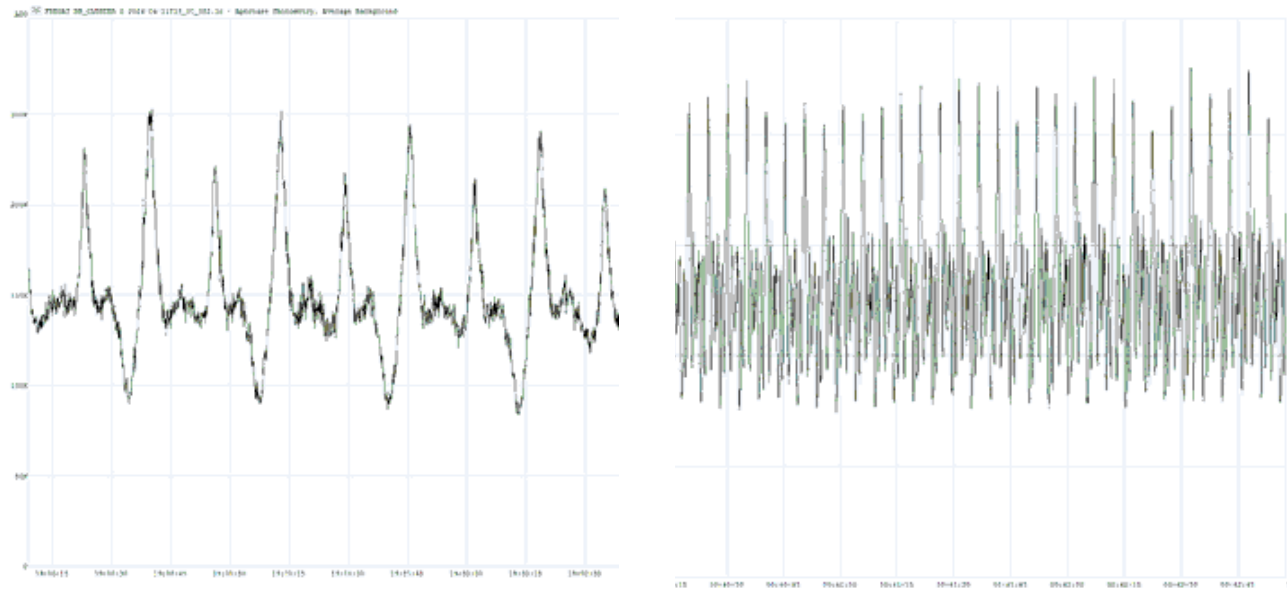
Quarto stadio  
Fregat RB  
lasciato in  
orbita



Immagine 2: schematizzazione dello stadio Fregat proposta da russianspaceweb.com

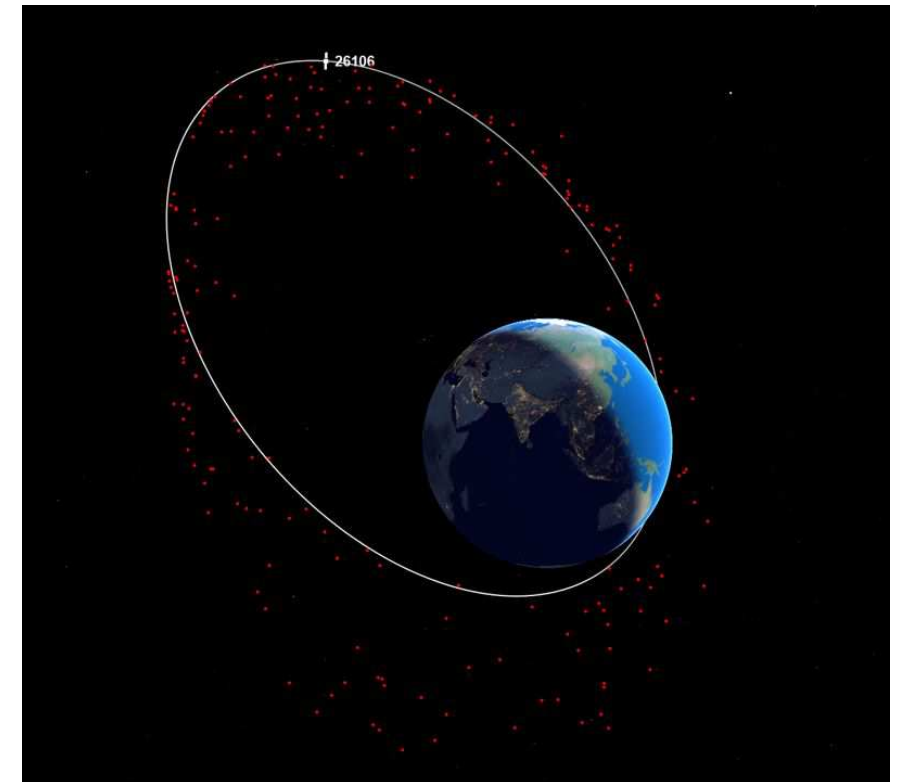
NORAD ID	26106
Int'l Code	2000-015A
Perigeo	469.5 km
Apogeo	17280.9 km
Inclinazione	65.016°
Eccentricità	0.55135
Anomalia media	16.569°
RAAN	2.482 hr
Argomento del perigeo	300.143°
Periodo	312.25 min
Semi-asse maggiore	15246 km
Data di lancio	20 Marzo 2000
Sito di lancio	Tyuratam Missile and Space Center, Kazakhstan (conosciuto come Baikonur Cosmodrome) (TTMTR)
Proprietario	Commonwealth of Independent States (prima USSR) (CIS)
Stato	Sconosciuto





**Immagine 3:** analisi del lavoro compiuto da S2a Systems

**Immagine 4:** rappresentazione dei detriti legati alla frammentazione identificati dal catalogo JSC Vimpel





**Immagine 5:** illustrazione del satellite Resurs P1

NORAD ID	39186
Int'l Code	2013-030A
Perigeo	330.0 km
Apogeo	339.6 km
Inclinazione	97.001°
Eccentricità	0.00062
Anomalia media	120.216°
RAAN	19.543 hr
Argomento del perigeo	239.849°
Periodo	91.167 min
Semi-asse maggiore	6705 km
Data di lancio	25 Giugno 2013
Sito di lancio	Tyuratam Missile and Space Center, Kazakhstan (conosciuto come Baikonur Cosmodrome) (TTMTR)
Proprietario	Commonwealth of Independent States (prima USSR) (CIS)
Stato	Non operativo



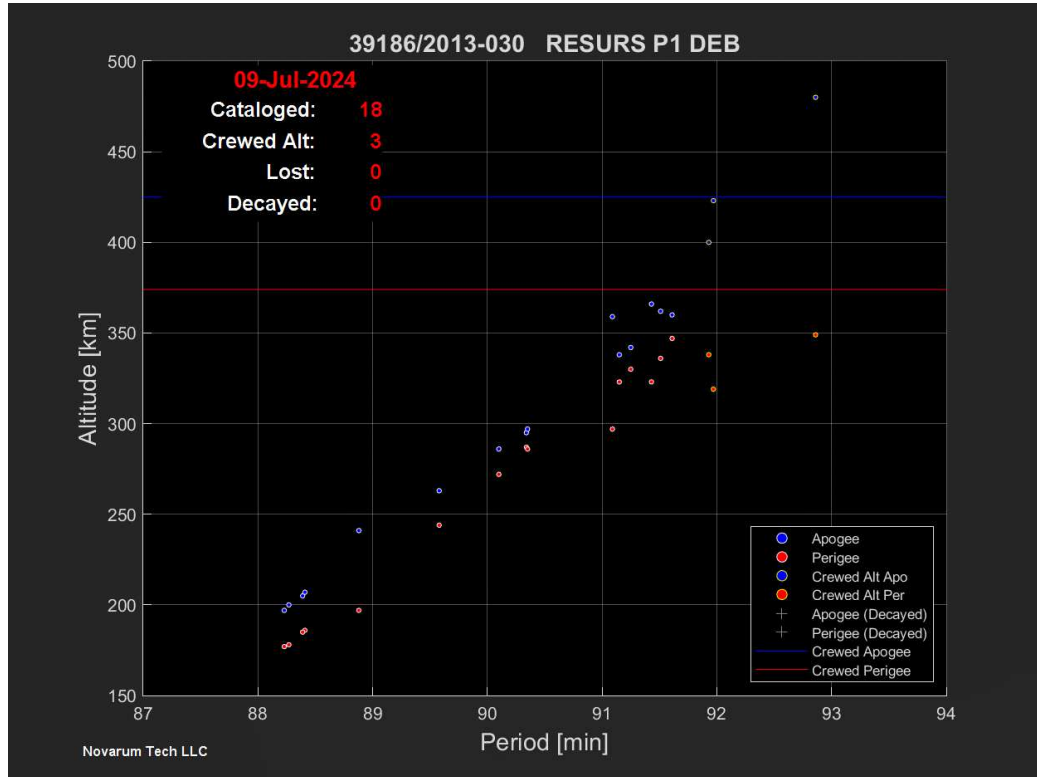


**Immagine 6:** rappresentazione del payload di Resurs P1 fornita russianspaceweb.com

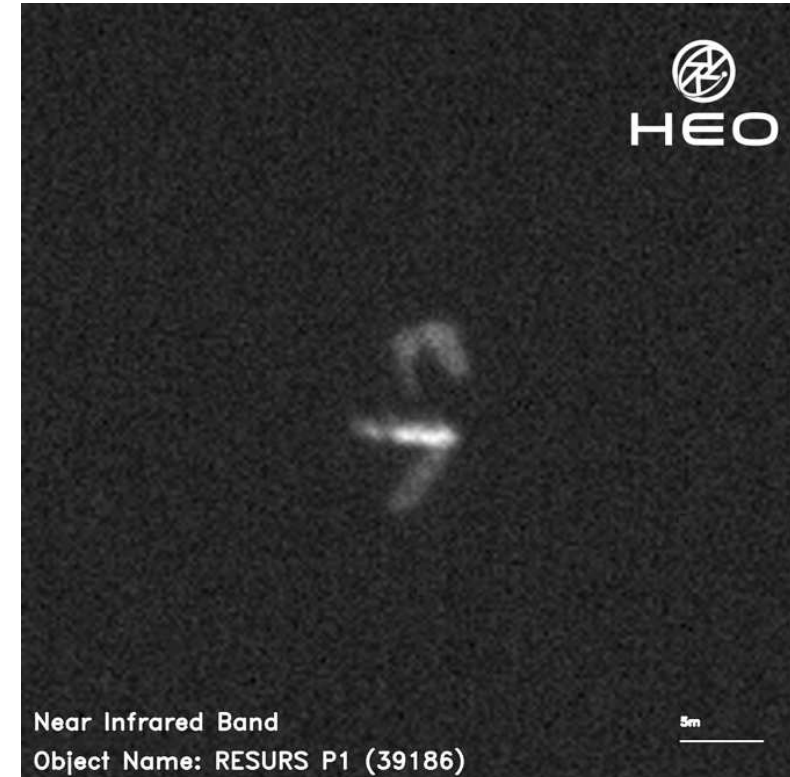
Geoton-L1

ShMSA

GSA



**Immagine 7:** diagramma di Gabbard fornito da Jim Shell



**Immagine 8:** foto scattata da HEO, poco prima dell'esplosione

- I detriti spaziali sono molto pericolosi e in continuo aumento:
  - Le norme attuate fino ad adesso non bastano a rallentare la curva.
  - Nonostante il passare del tempo, le missioni passate aggravano su quelle del futuro, come si è visto negli esempi riportati.
- Frammentazione del satellite FREGAT:
  - Avvenuta l'8 aprile 2024 a causa di un degassamento.
  - Responsabile di almeno 244 detriti.
- Frammentazione del satellite RESURS-P1:
  - Avvenuta il 26 giugno 2024 a causa di un impatto con un frammento non catalogato o di un cedimento strutturale interno.
  - Responsabile di almeno 250 detriti.

***Grazie per l'attenzione!***