

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

Relazione per la prova finale:

***Mission Shakti 2019: analisi della
formazione ed evoluzione dei detriti
spaziali***

Tutor universitario:

Dott. Lorenzo Olivieri

Laureando: *Mattia Aliprandi*

Padova, 11/03/2026

1. Introduzione.
2. Missione Shakti.
3. Analisi frammentazione.
4. Conclusioni.

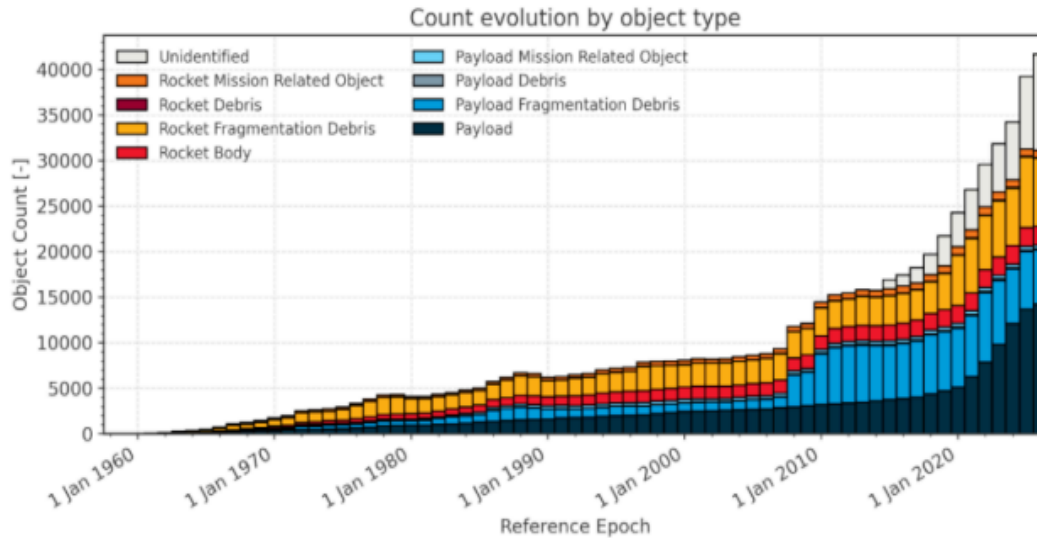


Grafico 1: situazione debris catalogati nel tempo; fornito da ESA

Space Debris: oggetti artificiali in orbita che non sono più funzionali.

Monitoraggio della situazione e catalogazione mediante enti come **US-SSN**.

Progressivo aumento dei detriti e delle possibili **collisioni** nel tempo.



Microsat-R era un satellite prodotto dal DRDO (*Defence Research and Development Organization*) lanciato il 24 gennaio 2019.

Massa	740 kg
Tipologia orbita	<i>Sun-synchronous orbit (SSO)</i>
Altitudine orbitale	274 km
Durata volo fino ad inserimento orbitale	Circa 13 min e 26 s

Il **Prithvi Defence Vehicle (PDV)** è un missile anti balistico progettato per l'intercettazione.

Nel 2016 il governo ha approvato il “Progetto XSV-1” per lo sviluppo del PDV-MK II usato nella missione Shakti.

Il PDV-MK II è stato specificamente ideato per l'intercettazione satellitare in LEO.



Lunghezza	13 m
Diametro	1.4 m
Massa totale	19 tonnellate
Composizione	<ul style="list-style-type: none"> - Due stadi con motori a propellente solido - Terzo stadio con <i>kill vehicle</i>

- 400 detriti generati dal test.
- Rischio di impatti aumentato del 44% in un periodo di 10 giorni.

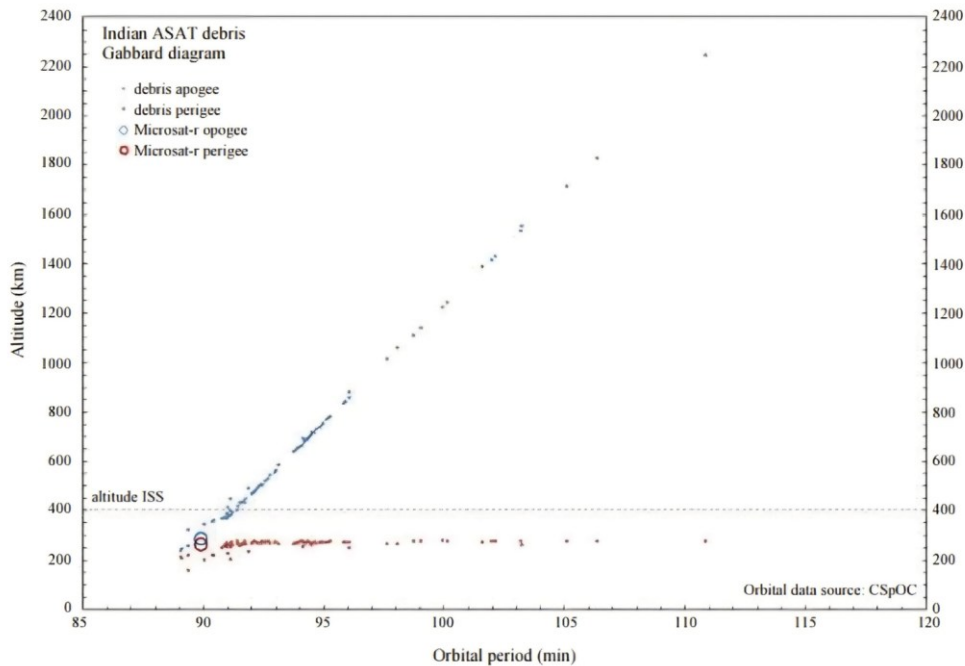
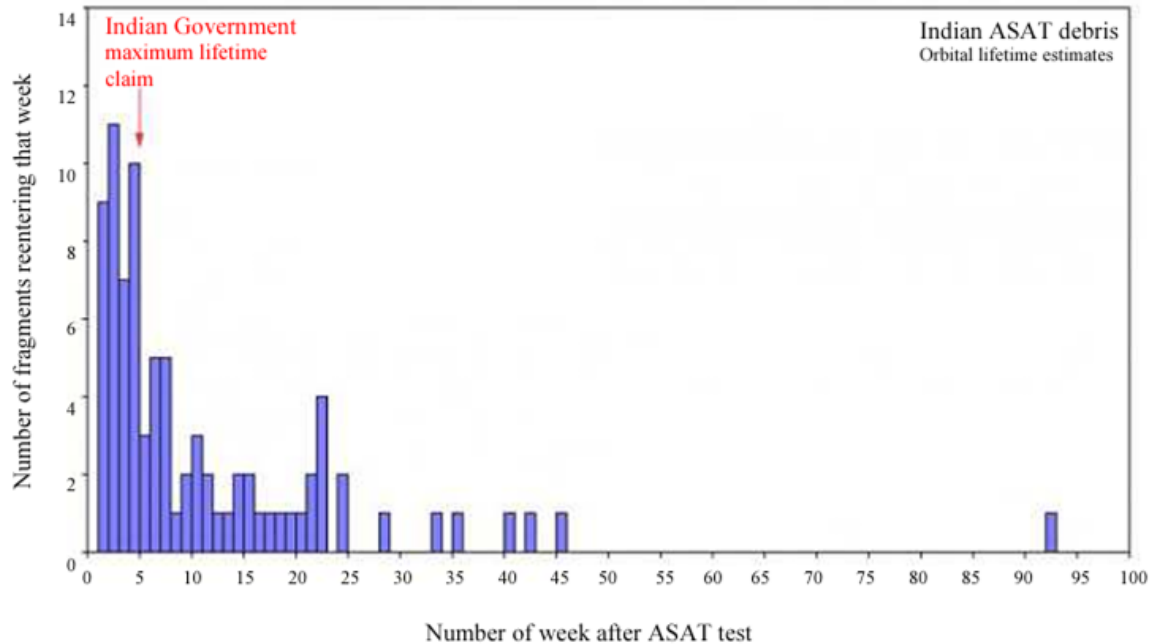


Diagramma di Gabbard riportante altitudine e periodo orbitale

Distribuzione dei detriti catalogati in funzione del perigeo e dell'apogeo.



Simulazione per stimare i tempi di *de-orbiting*.

Il 5 aprile 2019 84 detriti catalogati erano in orbita (NORAD,2019).

Il 15 luglio 2019, secondo la NASA, ce n'erano ancora 49 presenti.

Nel 2022 rimaneva in orbita un detrito catalogato, denominato COSPAR 2019-006DE, SATCAT 44383.

- Caso di studio significativo per l'analisi dei detriti spaziali.
- Miglioramento dei modelli impiegati per la predizione della dispersione dei detriti.
- Necessità di integrare considerazioni ambientali e di sostenibilità nelle strategie nazionali di difesa spaziale.
- Comprensione delle implicazioni strategiche delle attività ASAT.

- Analysis of the 2007 Chinese ASAT Test and the Impact of its Debris on the Space Environment, https://www.researchgate.net/publication/242460823_Analysis_of_the_2007_Chinese_ASAT_Test_and_the_Impact_of_its_Debris_on_the_Space_Environment [consultato in data 28/05/2025]
- China's Antisatellite Missile Test: Why?, <https://www.technologyreview.com/2007/03/08/226350/chinas-antisatellite-missile-test-why/> [consultato in data 05/06/2025]
- Collision Frequency of Artificial Satellites: The Creation of a Debris Belt, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/JA083iA06p02637> [consultato in data 22/05/2025]
- Da Indian Space Research Organisation (ISRO-India), ISRO-India, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=76067080> [consultato in data 30/05/2025]
- DRDO riporta il successo della missione, <https://drdo.gov.in/drdo/mission-shakti> [consultato in data 21/05/2025]
- ESA Space Debris Mitigation Requirements, <https://technology.esa.int/upload/media/ESA-Space-Debris-Mitigation-Requirements-ESSB-ST-U-007-Issue1.pdf> [consultato il 29/05/2025]
- India chose much lower for A-SAT test to avoid debris threat to global space assets: DRDO, https://www.business-standard.com/article/pti-stories/india-chose-much-lower-for-a-sat-test-to-avoid-debris-threat-to-global-space-assets-drdo-119040600500_1.html [consultato in data 03/06/2025]
- NASA Calls India's Mission Shakti 'Terrible', As It Added 400 Dangerous Pieces To Earth's Orbit, <https://www.indiatimes.com/technology/science-and-future/mission-shakti-created-400-pieces-of-dangerous-debris-that-can-harm-space-station-says-nasa-364702.html> [consultato in data 04/06/2025]
- NORAD ID 2019-006A, dati in formato TLE (Two-Line Element): <http://www.celestrak.com/NORAD/elements/> [consultato in data 04/06/2025]
- Microsat-R, <https://en.wikipedia.org/wiki/Microsat-R> [consultato in data 02/06/2025]
- Mission Shakti, https://en.wikipedia.org/wiki/Mission_Shakti [consultato in data 20/05/2025]
- Mission Shakti aka Project XSV-1: India's First Anti-Satellite Test (ASAT), <https://thescipub.com/abstract/jastsp.2019.172.182> [consultato in data 27/05/2025]
- Mission Shakti: India becomes fourth space power country, <https://www.openaccessgovernment.org/space-power-country/61658/> [consultato in data 05/06/2025]
- Mission Shakti: Space debris warning after India destroys satellite, <https://www.bbc.com/news/world-asia-india-47729568> [consultato in data 01/06/2025]
- More than 50 pieces of debris remain in space after India destroyed its own satellite in March, <https://www.theverge.com/2019/8/8/20754816/india-asat-test-mission-shakti-space-debris-tracking-air-force> [consultato in data 04/06/2025]
- Orbita terrestre bassa LEO, <https://sorvegliatispaziali.inaf.it/orbita-terrestre-bassa-leo/> [consultato in data 26/05/2025]
- SPACE IS THE NEW BATTLEFRONT: INDIA CONDUCTS A SURPRISE ANTI-SATELLITE MISSILE TEST, <https://www.sps-aviation.com/story/?id=2497&h=Space-is-the-new-battlefront-India-Conducts-a-Surprise-Anti-Satellite-Missile-Test> [consultato in data 28/05/2025]
- Stima sulla base dei modelli MASTER-8, popolazione di riferimento Luglio 2024, <https://sdup.esoc.esa.int/master/> [consultato il 28/05/2025]
- TECH REPORT ON SPACE DEBRIS UN, https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/un_report_on_space_debris99.pdf [consultato in data 24/05/2019]
- Video della Missione Shakti, <https://www.youtube.com/watch?v=uS1kBSicAZ4> [consultato in data 29/05/2025]

GRAZIE PER L'ATTENZIONE