

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale
«Analisi dei detriti generati da un
test di frammentazione di un
picosatellite»***

Tutor universitario: Prof. Alessandro Francesconi

Co-Tutor universitario: Ing. Lorenzo Olivieri

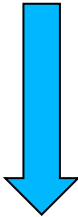
Laureando: *Bertin Francesco*

Padova, 29/09/2023

INTRODUZIONE.....	3
DESCRIZIONE DELLO SPARO.....	5
RACCOLTA DEI FRAMMENTI.....	6
MODELLO SSBM.....	7
DISTRIBUZIONI.....	8
CONCLUSIONI.....	12

Ambiente detritico  - Detriti spaziali  Potenziali cause di fallimento
- Impatto iper veloce della missione

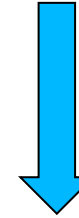
Impatto iper veloce  Modello NASA Standard Satellite Break-up Models (SSBM)


Energy to mass ratio (EMR) - [40 J/g]
- Energia cinetica del detrito
- Massa del satellite

Affidabilità del modello NASA SSBM



Necessità di miglioramenti

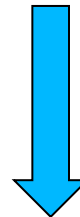


- Distribuzione di frammenti minori al centimetro
- Frammentazione a seguito di un «glancing» impact

Metodologie utilizzate

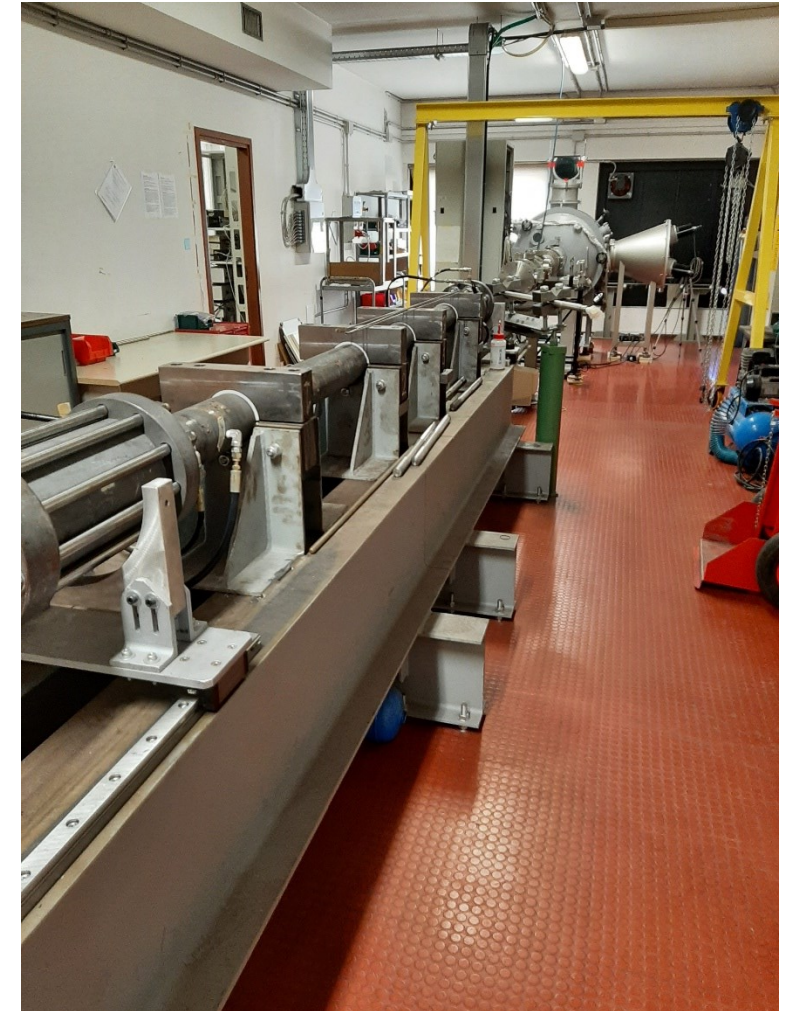
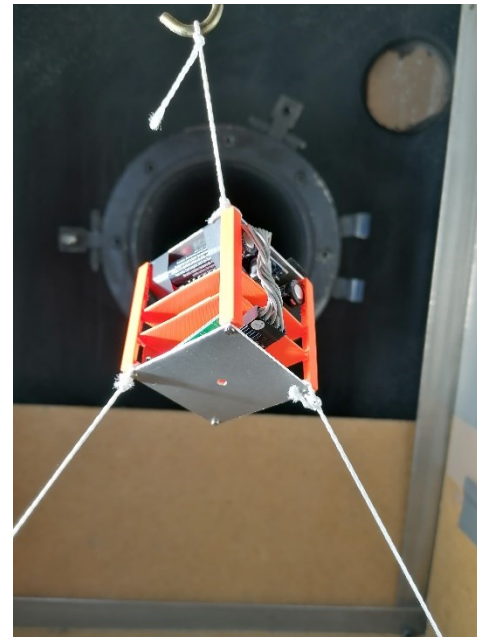


- Studio di diversi impatti iper veloci
- Osservazione di frammentazioni avvenute in orbita
- Test di frammentazione a terra




Esecuzione di un test d'impatto nel laboratorio di Ipervelocità CISAS
dell'Università di Padova

- Cannone a gas leggero a due stadi: elio e idrogeno.
 $v = 2,7 \text{ km/s}$
- Modello semplificato di picosatellite 5x5x5cm:
alluminio, plastica, componenti elettroniche.
 $M = 74,4\text{g}$
- Proiettile: cilindro in nylon
 $m = 1,615\text{g}$



I frammenti sono stati catalogati in funzione della loro dimensione:

- Maggiori di 2mm
- Maggiori di 1mm
- Maggiori di 0,5mm
- Inferiori a 0,5mm

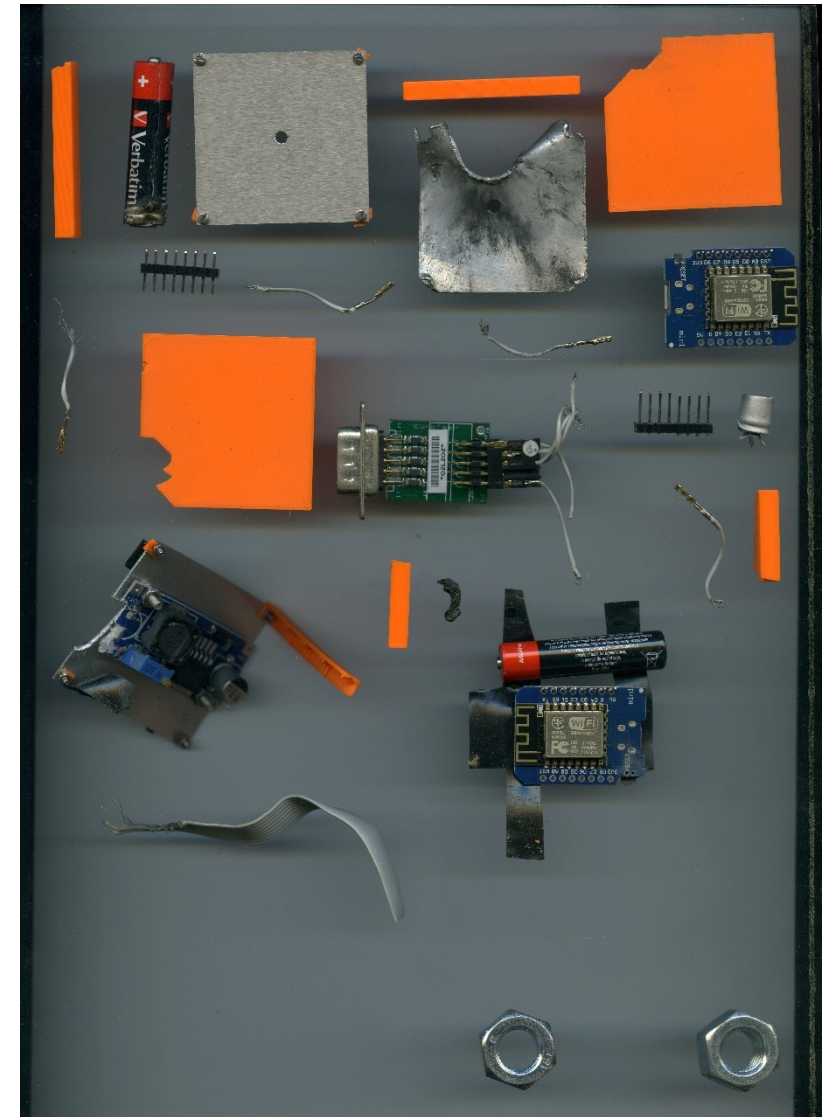
Il lavoro in questione si concentra nei detriti maggiori ai 2mm  In totale 162 frammenti

Massa totale = $M+m = 76,015\text{g}$

Massa recuperata = $75,272\text{g}$



Dispersione di massa = $0,743\text{g}$



Modello in grado di stimare il numero di frammenti N:

$$N = 0,1 * (M_{tot})^{0,75} * (Lc)^{-1,71} \quad \longrightarrow \quad M_{tot} = 76,015g \quad \text{data da } M+m$$

$$Lc = \frac{A+B+C}{3}$$

Rapporto area-massa: $\frac{A}{m}$ \longrightarrow m: massa del singolo frammento
A: l'area è determinata in funzione di Lc

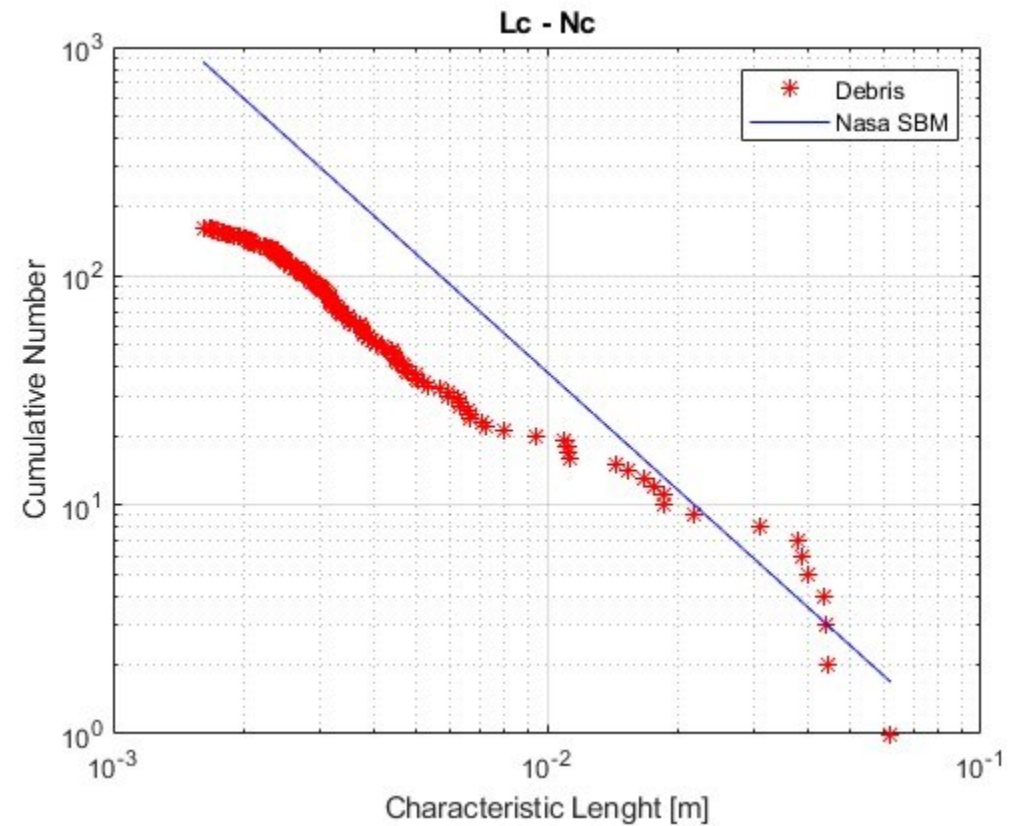
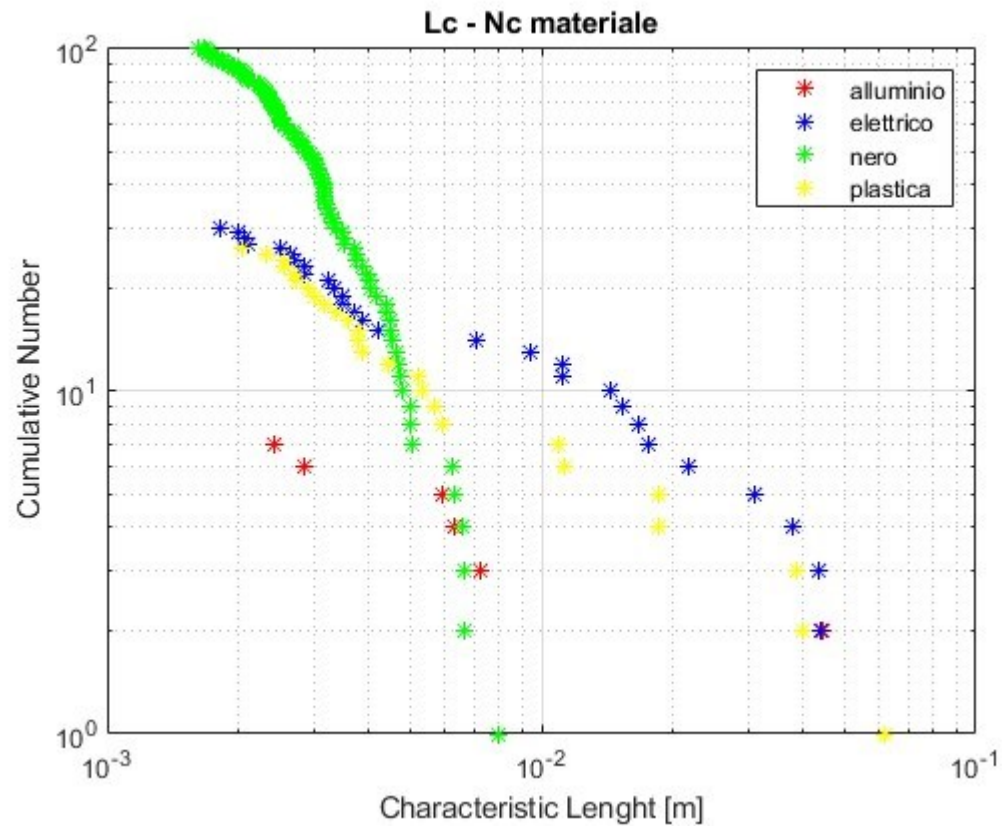
$$A = 0,540424 * (Lc)^2$$

solo se $Lc < 1,67mm$

$$A = 0,556945 * (Lc)^{2,0047077}$$

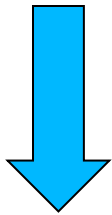
solo se $Lc \geq 1,67mm$

Distribuzione dei frammenti in funzione della lunghezza caratteristica L_c

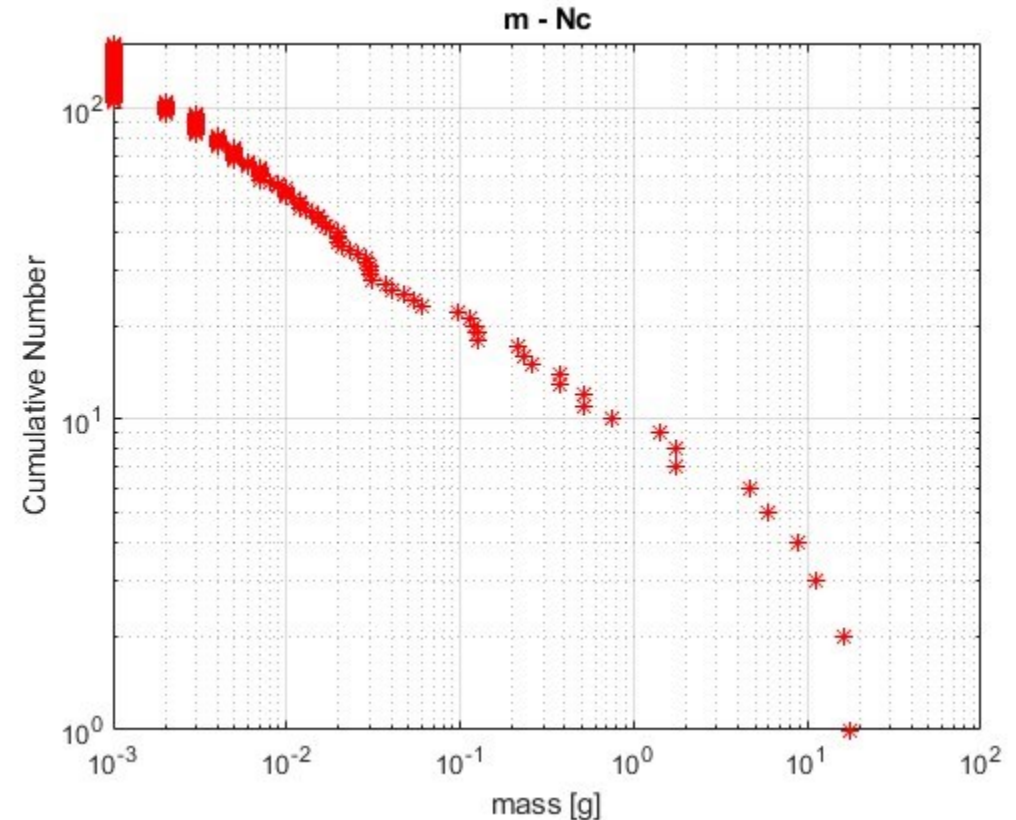



Distribuzione dei frammenti in funzione della massa di ogni singolo detrito

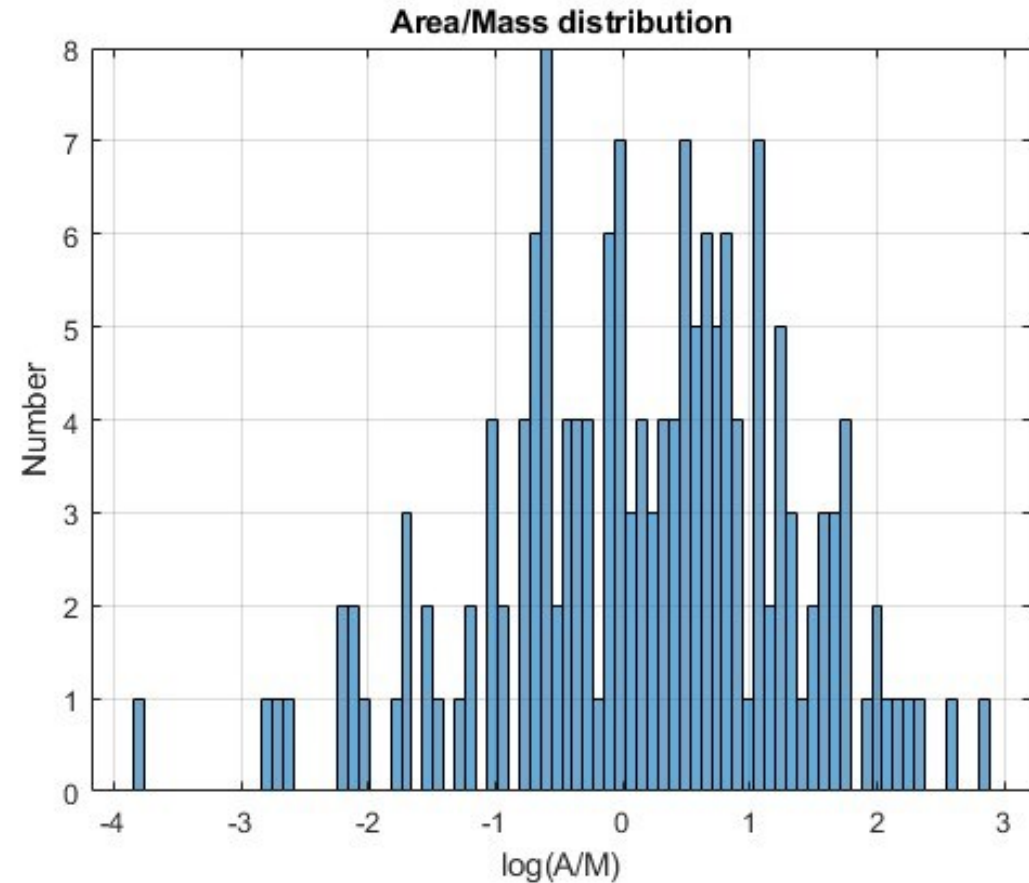
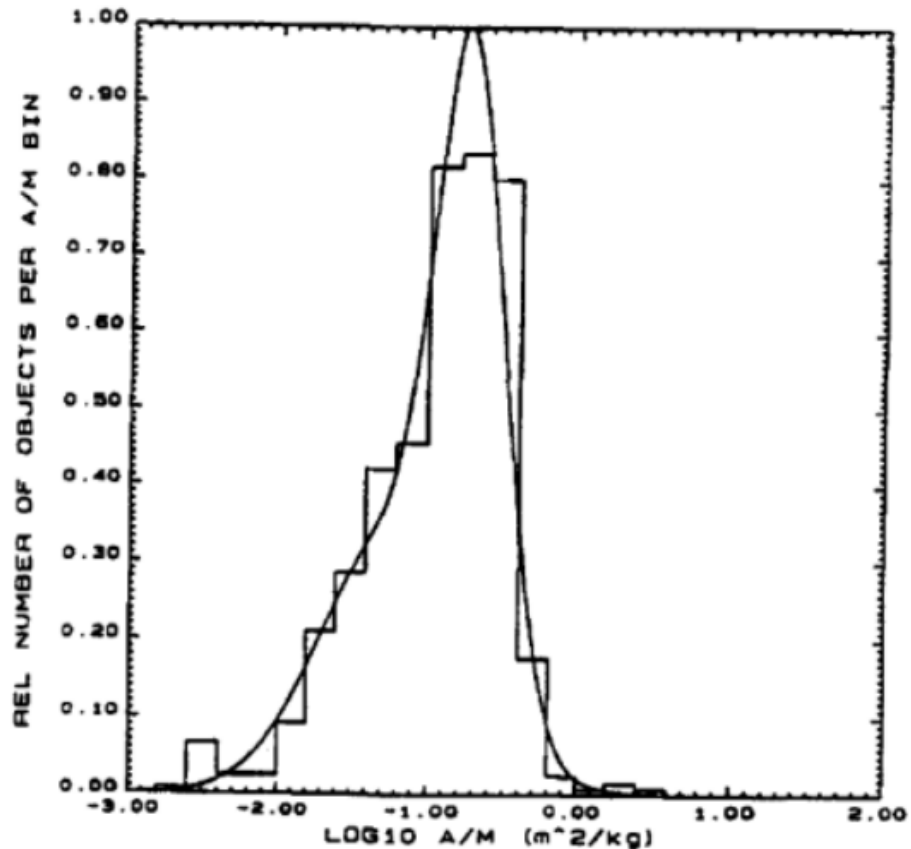
Si può notare un'elevata densità in corrispondenza di 0,001g



Necessità di una bilancia con sensibilità maggiore

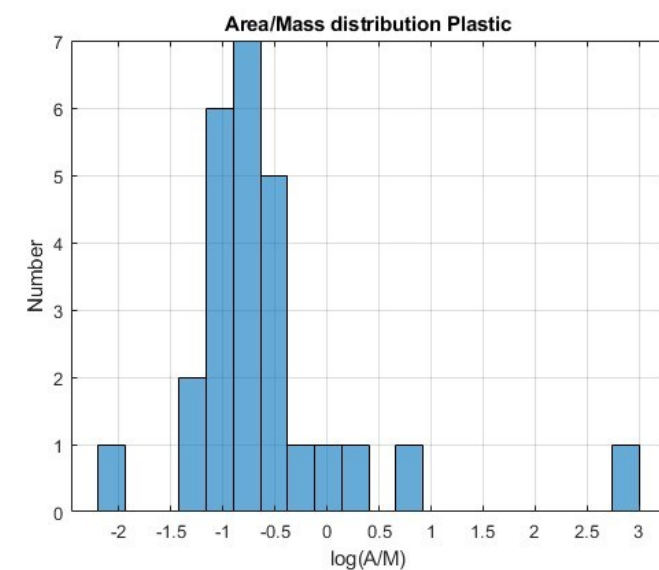
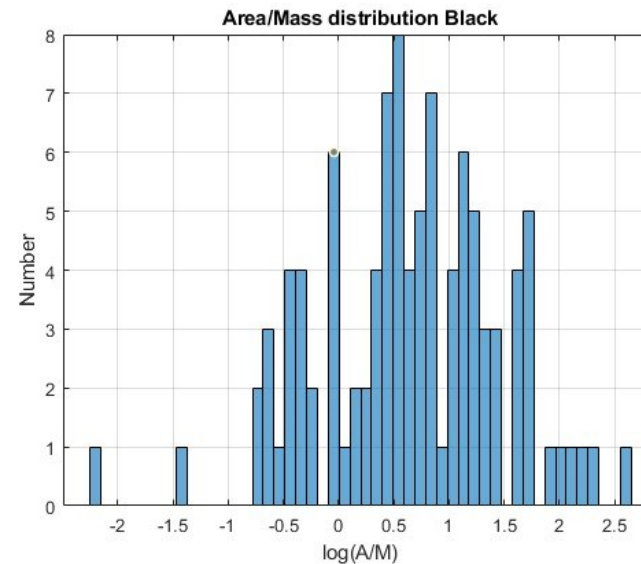
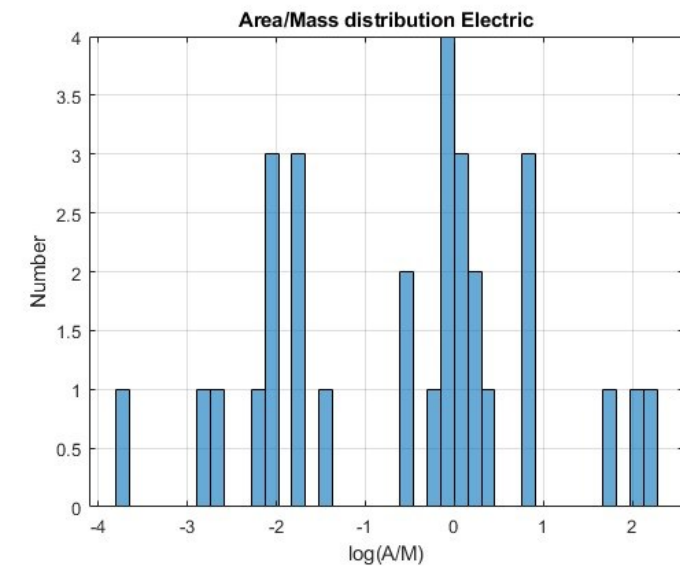
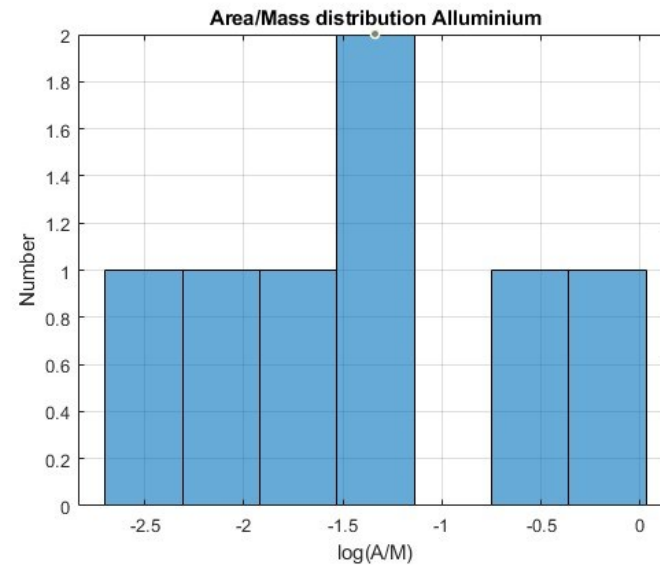


Istogramma riportante il numero di campioni in funzione del logaritmo del rapporto area-massa  A sinistra la stima calcolata dal modello SSBM della NASA



Istogrammi rispettivi dei
4 materiali presi in
considerazione

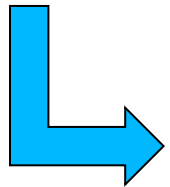
Il materiale identificato
come «nero» è il maggior
responsabile della
traslazione del rapporto
area-massa verso valori
più alti



Dall'analisi dei 162 frammenti possiamo affermare che SSBM è un buon modello di previsione tuttavia:

- La distribuzione Lc è leggermente distaccata dalla stima SSBM
- Il rapporto area-massa è traslato a valori più alti a causa della bassa densità dei materiali che caratterizzano il modello semplificato di picosatellite

Durante la fase di raccolta dei frammenti  Massa recuperata > 76,015g  Impossibile



Lastra aggiuntiva dell'impatto precedente 2021/2022

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**