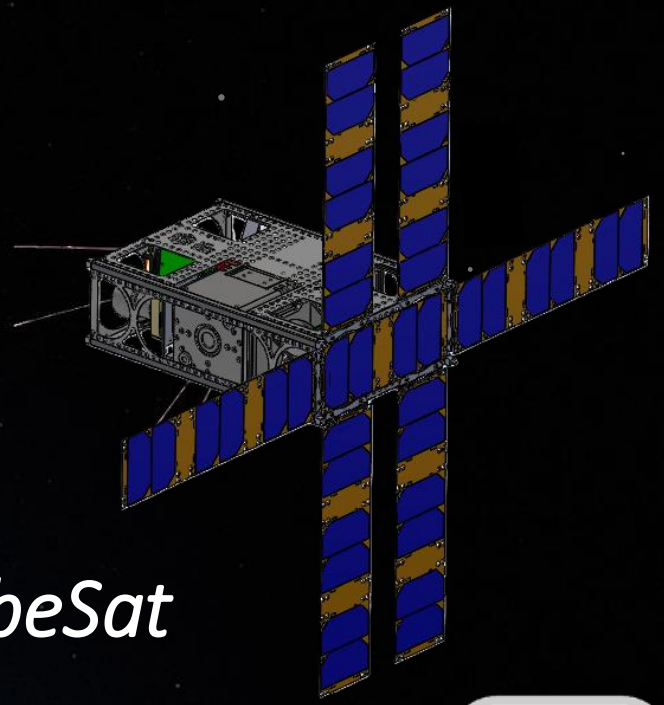
PRISMA DAYS 2026 · Rovereto, 07/11/2026

INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA



ORBITAC

ORBital Investigation, Tracking, and Avoidance CubeSat

F. Reynaud, Matteo Abrate, M. E. Bertaina

INFN Section of Turin · UNITO Dep. of Physics

JEM-EUSO
Joint Exploratory Missions
Extreme Universe
Space Observatory

10 PRISMA

INFN
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

UNIVERSITÀ
DI TORINO

L'orbita bassa è una nostra infrastruttura invisibile.

E sta diventando inutilizzabile a causa degli Space Debris.



Detriti 1–10 cm

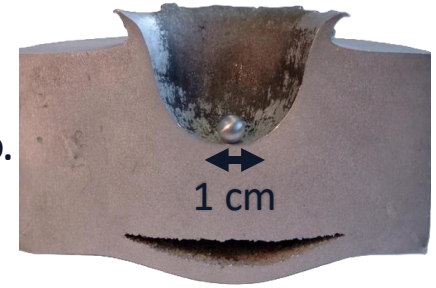
PUNTO CIECO

Nessuno li vede, nessuno li traccia.

121 days → **3** days

CRASH Clock

Tempo trascorso tra impatti con SD. 2018 → 2025. (Outer Space Institute)



Credits: ESA SD Report

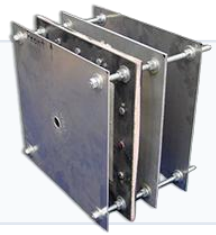
> 10 cm tracciati dai **radar** a terra



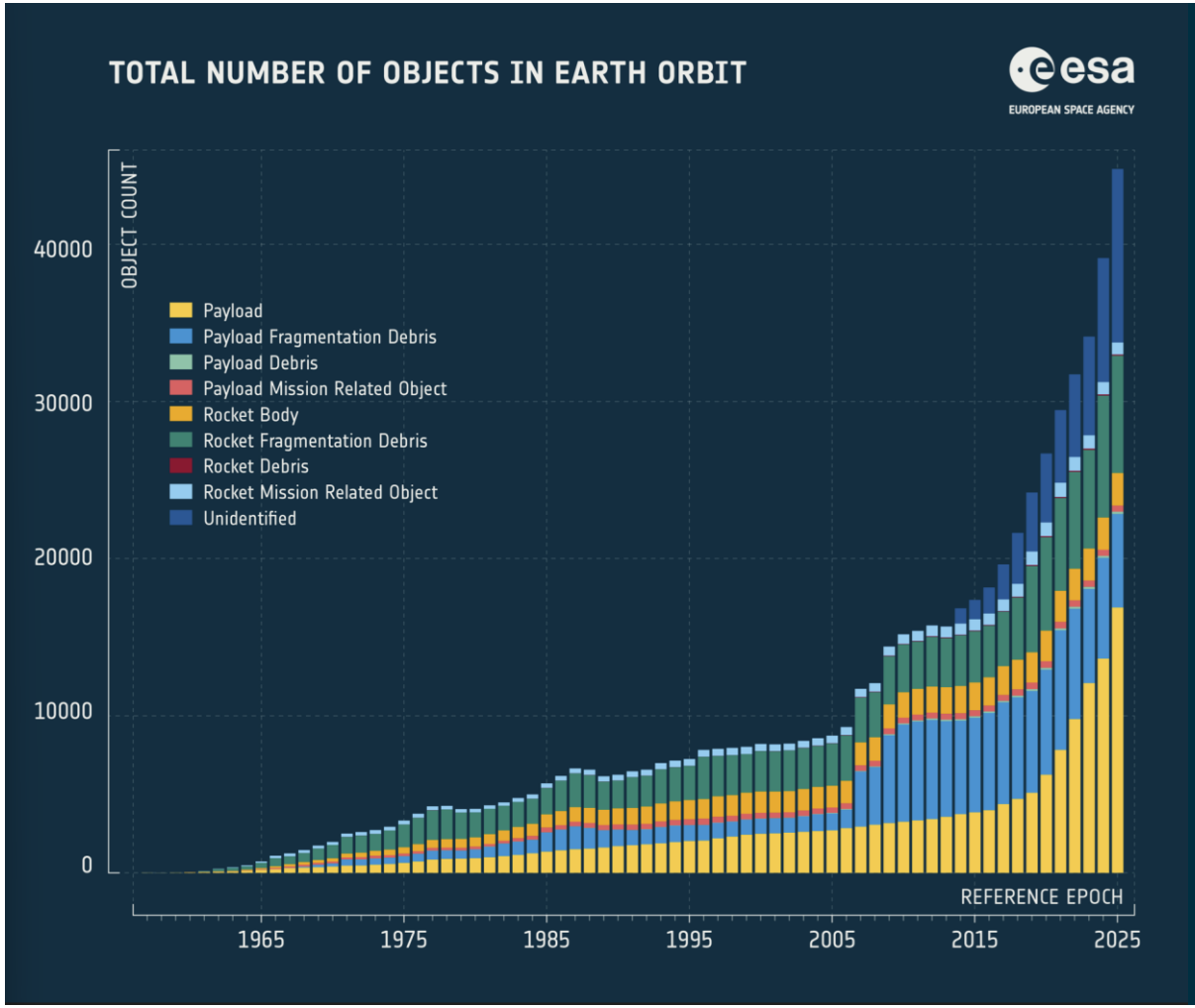
355.000/anno
Manovre evasive di emergenza
effettuate dalla costellazione Starlink nel 2025-26 (FCC)

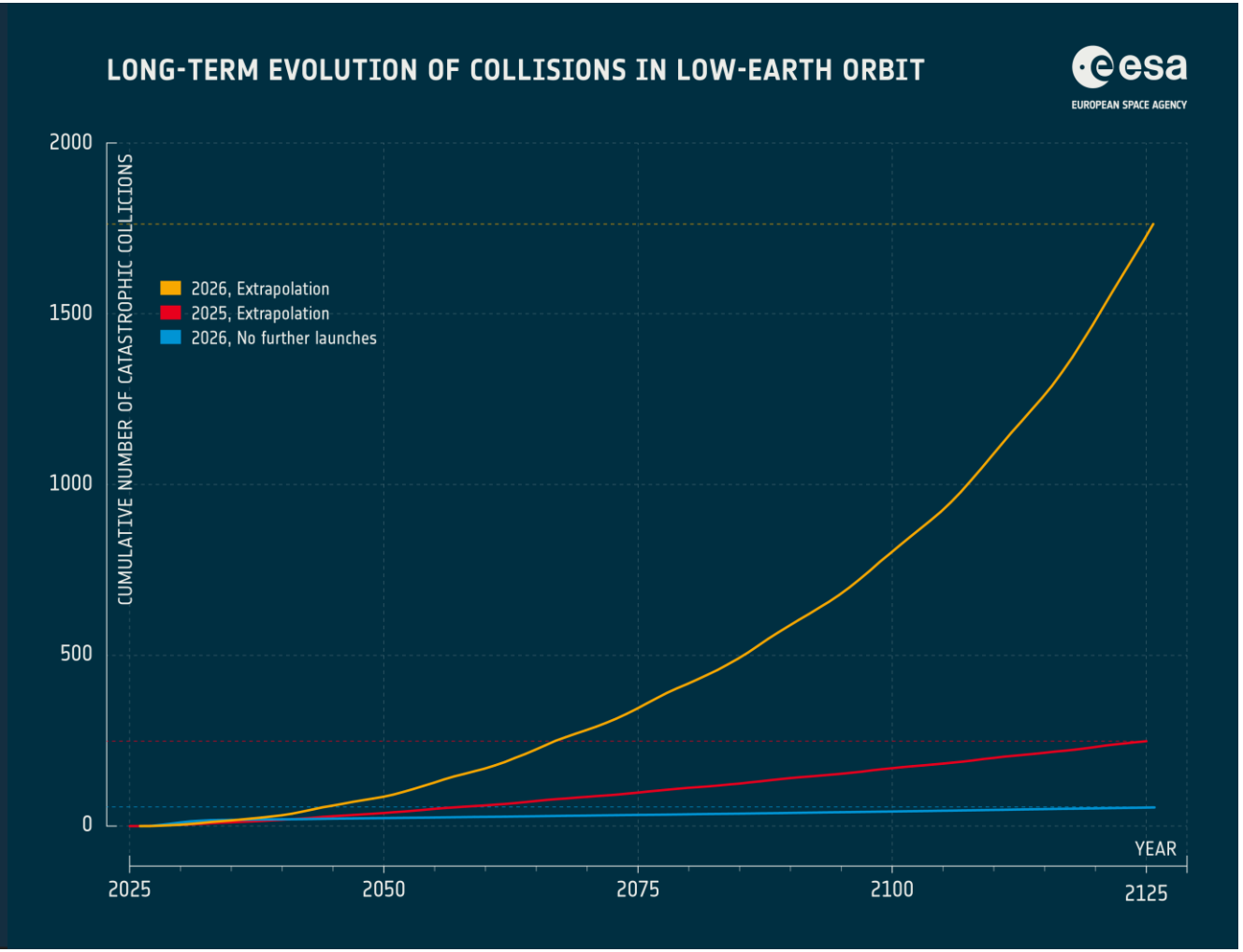


< 1 cm **schermature** passive



esa ANNUAL SPACE ENVIRONMENT REPORT

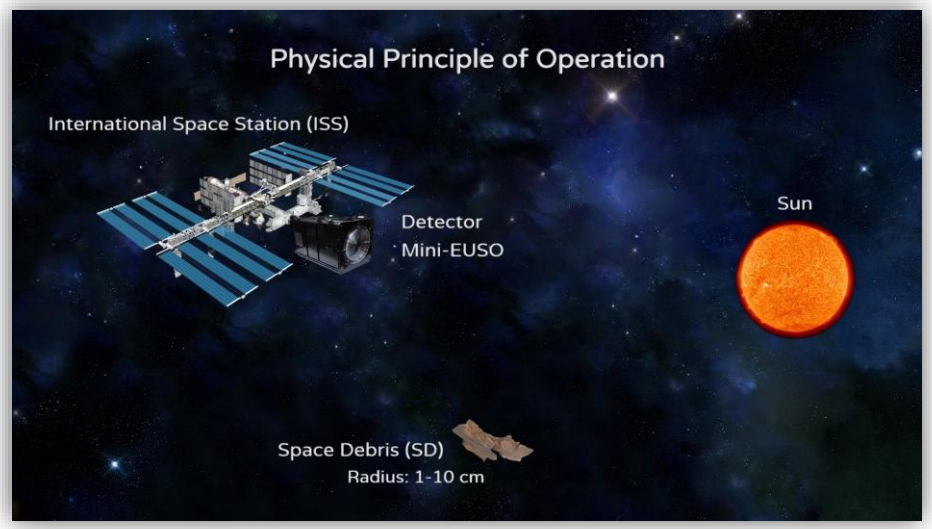




Vedere i detriti spaziali per effetto albedo

I detriti non emettono luce: si vedono quando sono illuminati dal Sole e chi osserva è nell'ombra, all'alba o al tramonto.

Appaiono come tracce deboli, appena qualche % sopra il fondo cielo, che attraversano il campo di vista in pochi secondi.



Frames del rivelatore

Immagini continue del cielo, frame da 40 ms

Stacking Method

Somma dei frame lungo velocità di prova: segnale/rumore × √n

TRIGGER

Rete neurale (CNN)

Riconosce la traccia, anche a pochi % sopra il fondo

A bordo, su FPGA

Rete quantizzata a 8 bit: trigger in tempo reale

Stack-CNN: brevetto italiano n. 102021000009845 (UniTo), sviluppato e validato sui dati di Mini-EUSO (ISS).

Storia del progetto negli ultimi anni.

POC NODES PNRR · DISCARD

NODES
Nord Ovest Digitale E Sostenibile

ESA CleanCube · Pre-Phase A

esa
European Space Agency

ORBITAC · INAF PRORIS

PRORIS
INAF
ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA

2024 — **2025** — **2026**



ESA CleanCube · Phase A

esa
European Space Agency

POC Launchpad Compagnia di San Paolo

Fondazione Compagnia di San Paolo

Totale raccolto €590K · ESA €300K + ORBITAC €150K + POC NODES €90K + POC Compagnia di San Paolo €50K

ORBITAC: un CubeSat per rilevare i detriti 1–10 cm

Progetto finanziato Bando INAF PRORIS, ricerca fondamentale per la Space Economy.



1 · Camera Event-Based

La tecnologia primaria: una camera commerciale che registra solo le variazioni di luce, con trigger adattato ai suoi eventi.

INAF-OATo · UniTo



2 · CubeSat 6U, modello ingegneristico

Progetto CAD, analisi elementi finiti, stampa 3D e test ambientali della piattaforma che ospita il rivelatore.

INFN Torino



3 · Confronto con tecnologia Mini-EUSO

Fotomoltiplicatori multi-anodo, già in volo con Mini-EUSO: confronto con la camera Event-Based.

INFN Torino · UniTo

Event-Based vs fotomoltiplicatori

La camera Event-Based può sostituire i fotomoltiplicatori?

Catena tipo Mini-EUSO



Fotomoltiplicatori multi-anodo

- Sensibile al singolo fotone
- 16 × 16 pixels da 2.88mm
- Già testata in volo: Mini-EUSO sulla ISS
- Componenti dedicati, costosi

Camera Event-Based



- Registra solo le variazioni di luce, con altissimo frame rate >**10,000fps**
- 320 x 320 pixels da 6.3µm: tracciamento più preciso
- Componenti commerciali: compatta ed economica
- Non sensibile al singolo fotone

Ci aspettiamo **una camera Event-Based meno sensibile ma molto più scalabile**: la base per costellazioni di piccoli satelliti per la sorveglianza dello spazio.

Event-Based Camera

Funzionamento

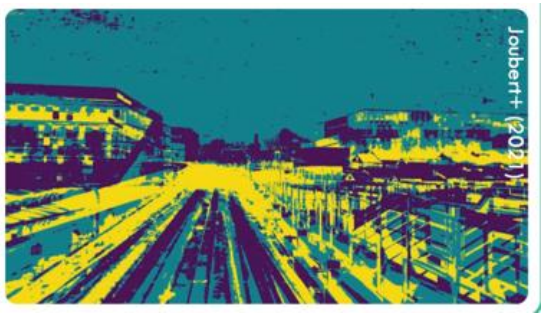
I pixel event-based campionano continuamente la luce incidente e generano un **segnale solo** quando si verifica una **variazione dell'intensità luminosa**.
Si basano su un **Contrast Detector** (CD), che genera un evento ogni volta che il livello di luminosità varia.

Ogni evento è caratterizzato da:

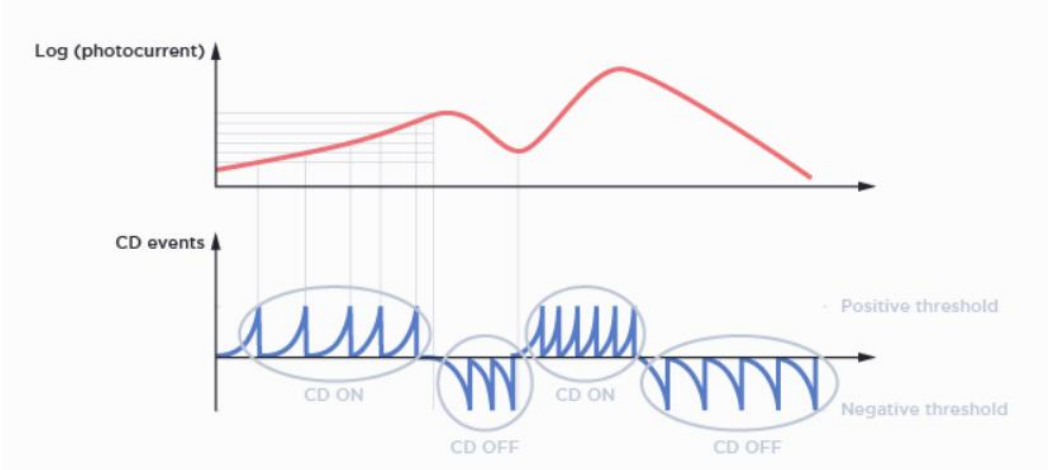
- **X, Y:** coordinate del pixel nell'array del sensore;
- **P (Polarity):** polarità dell'evento (1 = ON, 0 = OFF);
- **T (Timestamp):** istante della variazione luminosa, espresso in µs.



Standard Camera



Event Based Camera



ON event → luminosità aumenta
OFF event → luminosità diminuisce

ORBITAC e PRISMA

Tracce luminose transienti su un cielo notturno stellato: bolidi per PRISMA, detriti e satelliti per ORBITAC.



Gennaio 2018: quattro camere PRISMA hanno seguito le prime fasi del rientro di Tiangong-1, confermando la stabilità della sua orbita.

Acquisto di una camera PRISMA di nuova generazione

Sensore CMOS ad alta risoluzione scelto per vedere oggetti deboli come i satelliti guardati da terra.

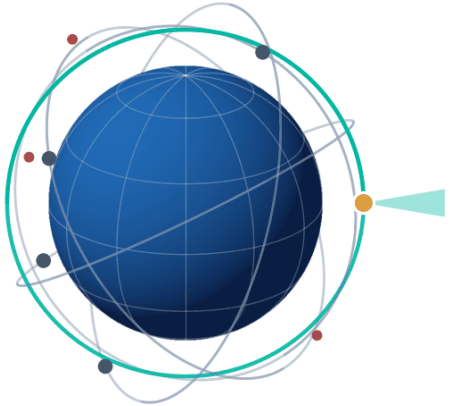
Event-Based Camera vs PRISMA

Stima della magnitudine limite di rilevazione di satelliti e meteore rispetto alla luminosità del cielo: il confronto con un approccio CMOS standard.

Test al Planetario Infini.TO

Un cielo notturno riprodotto in modo controllato.

Simulation Framework per detriti spaziali



Fotometria

Dalla luce solare riflessa -> conteggi di ogni pixel, frame per frame

Orbita e geometria

Velocità apparente, durata del transito

Fondo cielo

Stelle dai cataloghi Hipparcos e Tycho-2

Transienti

Fluttuazioni dei pixel, misurati sui dati reali del prototipo

Popolazione

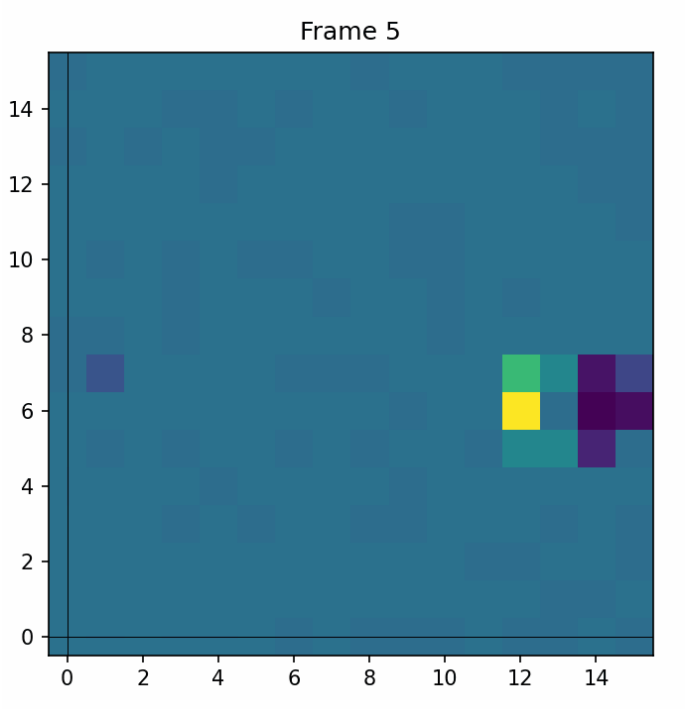
Detriti da ESA MASTER e oggetti del catalogo Space-Track

Campagne Osservative

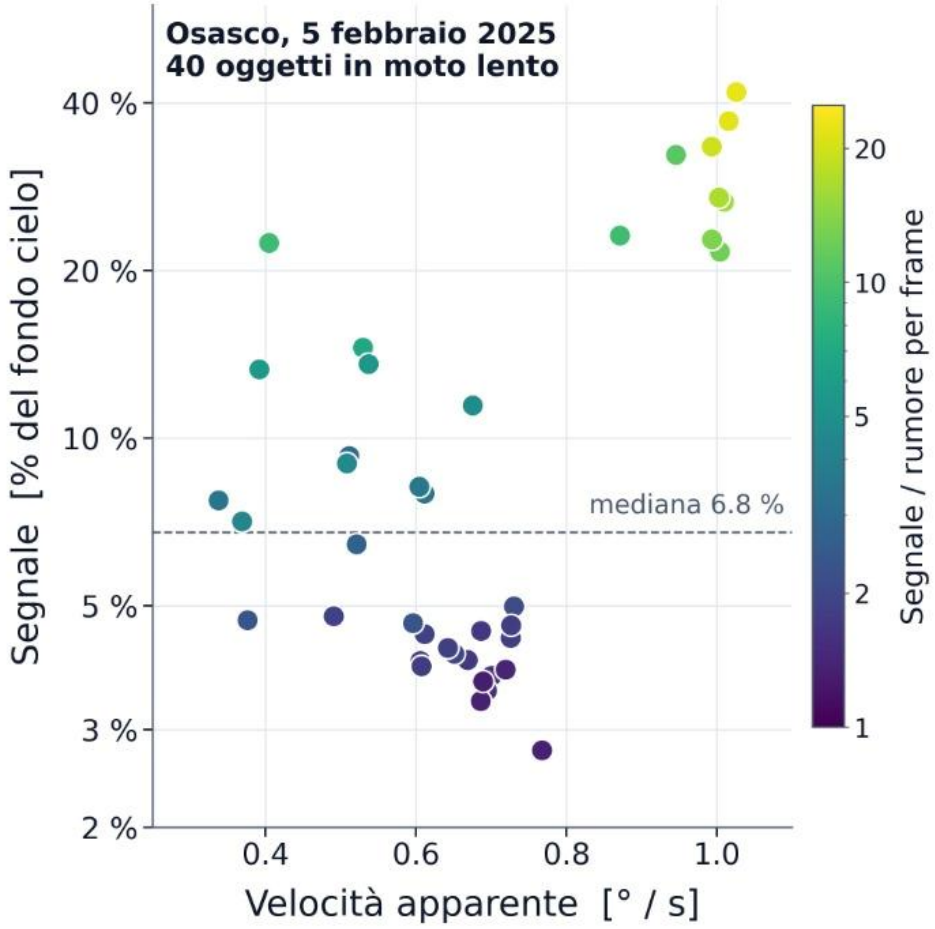
Osasco (TO), 5 febbraio 2025, al tramonto: lente da 5 cm, 16 × 16 pixel, puntato su Capella



Detector Mini-EUSO su montatura telescopica



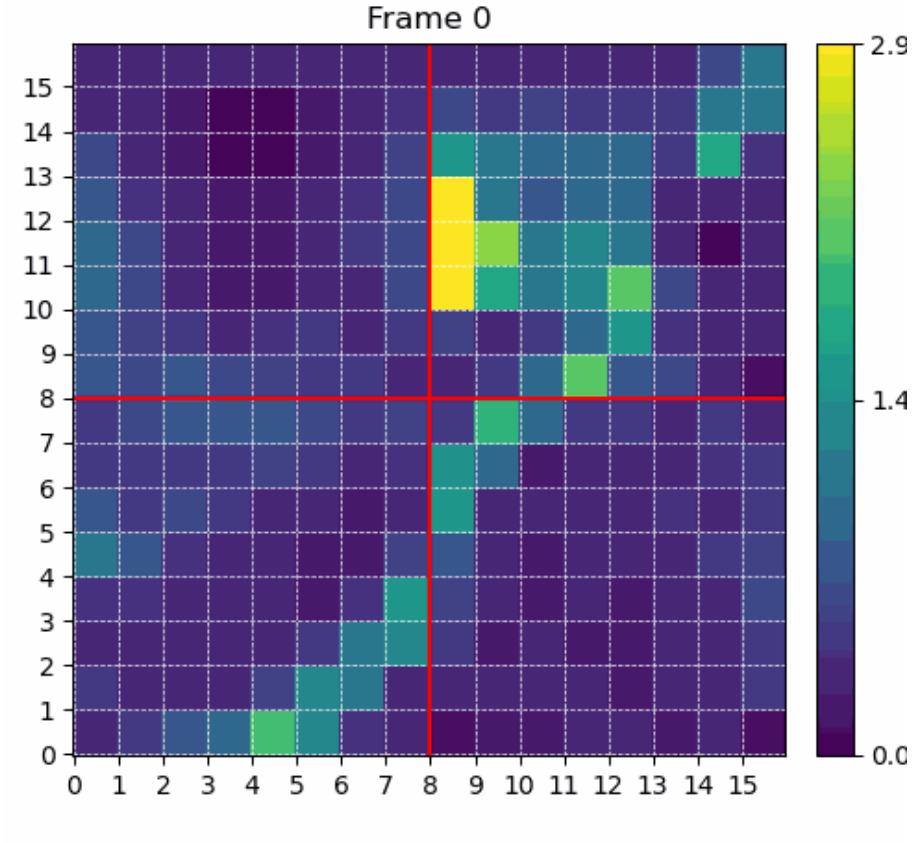
Satellite Starlink attraversa il campo di vista



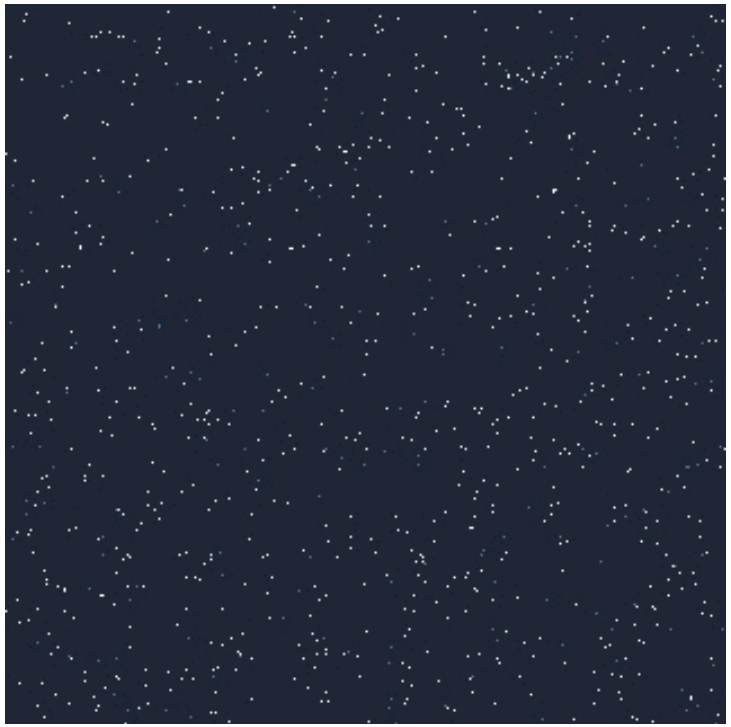
Prime prove della camera Event-Based

TurLab Dipartimento di Fisica Torino, 17 settembre 2026: Prophesee GenX320 (320 × 320) e rivelatore a fotomoltiplicatori (lente 5 cm) guardano la stessa sorgente in movimento

Mini-EUSO like Detector:
Lente di Fresnel da 25 cm Ø
Acquisizione frame da 50 ms
FoV – 0.55°/pixel



Event Based Camera
Ottica da 0.7cm Ø
Acquisizione frame continua
FoV – 0.18°/pixel

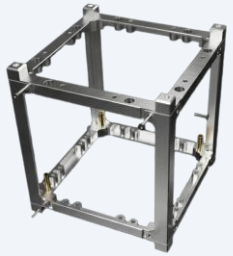


Prossimi passi, le tre linee del progetto



Camera Event-Based

- Simulare eventi EB con il nostro simulatore
- Un trigger per dati event-based
- Campagne di test



CubeSat 6U

- Modello CAD e analisi strutturale
- Stampa 3D della struttura
- Test ambientali e di integrazione



Confronto detectors

- Confronto EBC e Mini-EUSO like detector
- Confronto EBC e camera PRISMA CMOS



PRISMA DAYS 2026

Grazie per l’attenzione!

Se ci sono domande o curiosità saremo felici di approfondire.



Credits: NASA Artemis II

ORBITAC

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Fisica

Presenta: Federico Reynaud· Federico.reynaud@unito.it