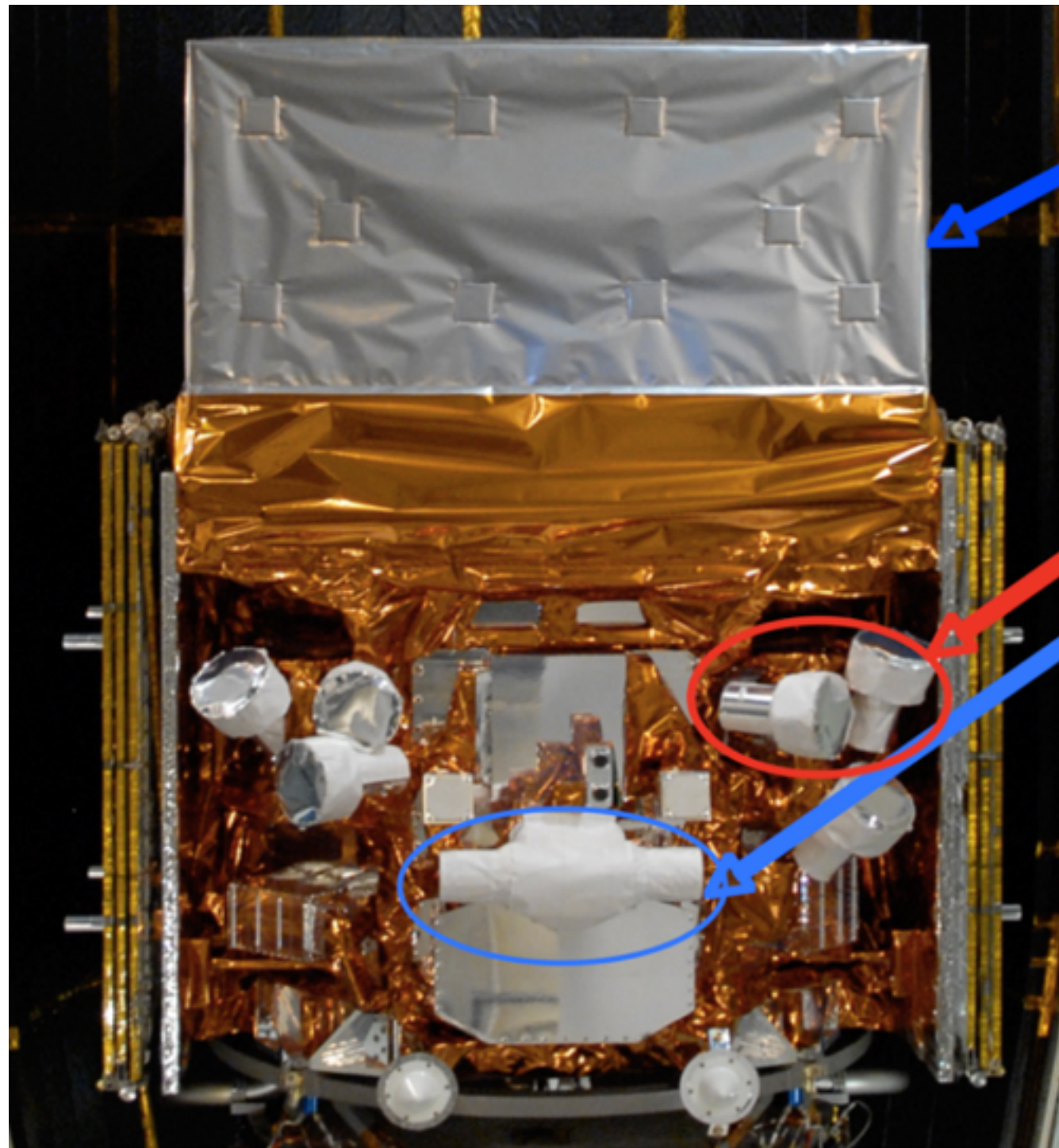


# Osservatorio Fermi



**Large Area Telescope (LAT)**  
Convertitore/tracciatore  
Range energetico: 20MeV-300GeV

**Gamma-ray burst Monitor (GBM)**  
12 Detector NaI  
2 Detector BGO  
Range energetico: 8MeV-30MeV

## **Grande campo di vista**

- LAT copre il 20% del cielo in ogni istante
- GBM tutto il cielo non occultato dalla terra

## **Grande range energetico coperto**

- Include la banda mai esplorata 10-100GeV

**Il satellite Fermi è stato lanciato dal Cape Canaveral Air Station l'11 giugno 2008.**

Orbita circolare, 565 km di altitudine 25.6 gradi di inclinazione sull'equatore



# Fermi Large Area Telescope

Fermi-LAT Collaboration:

~ 400 Membri, NASA/DOE & Internazionali



## GBM (non rappresentato)

Osserva l'intero cielo non occultato da 8 keV a 30 MeV

## Tracciatore/ Convertitore al silicio

- Converte raggi gamma in coppia ( $e^+$ ,  $e^-$ )
- Ricostruisce la direzione della traccia

## Calorimetro odoscopico di CsI

- Misura l'energia del raggio gamma
- Immagine dello sciame elettromagnetico

## Sistema di trigger e selezione degli eventi

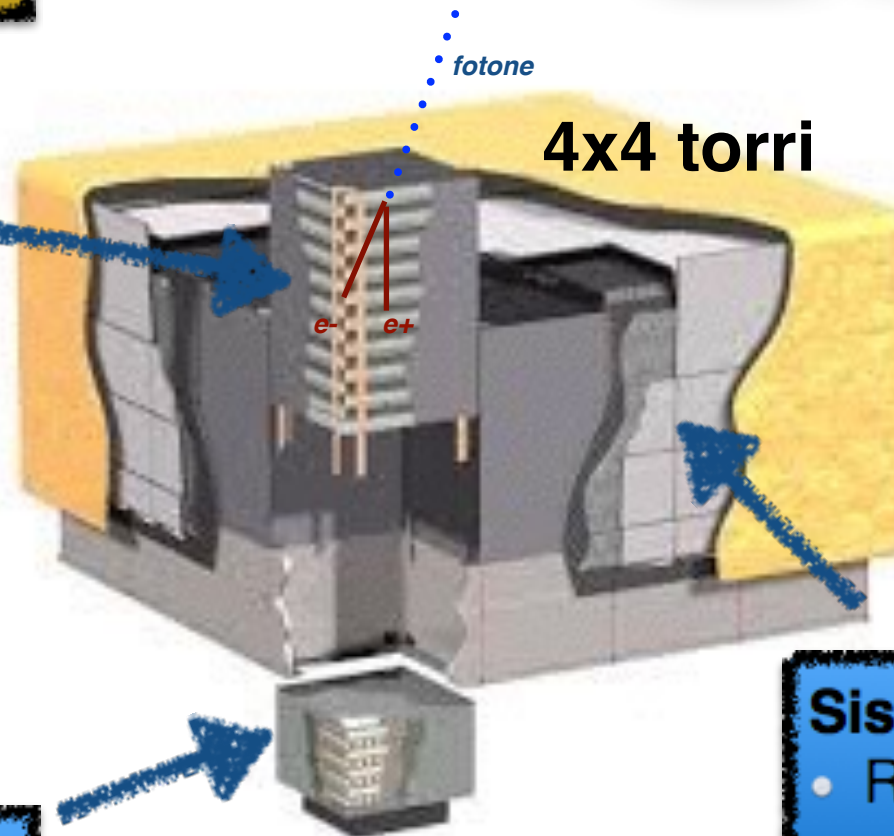
Riduzione del data rate da ~10kHz a 500Hz

## Survey completa del cielo

Con 2.4 sr di campo di vista il LAT guarda l'intero cielo in 3 ore

## Sistema di anti-coincidenza

- Reiezione delle particelle cariche
- Rimozione del background





# *Il Cielo nei raggi gamma*

- **Sorgenti galattiche**

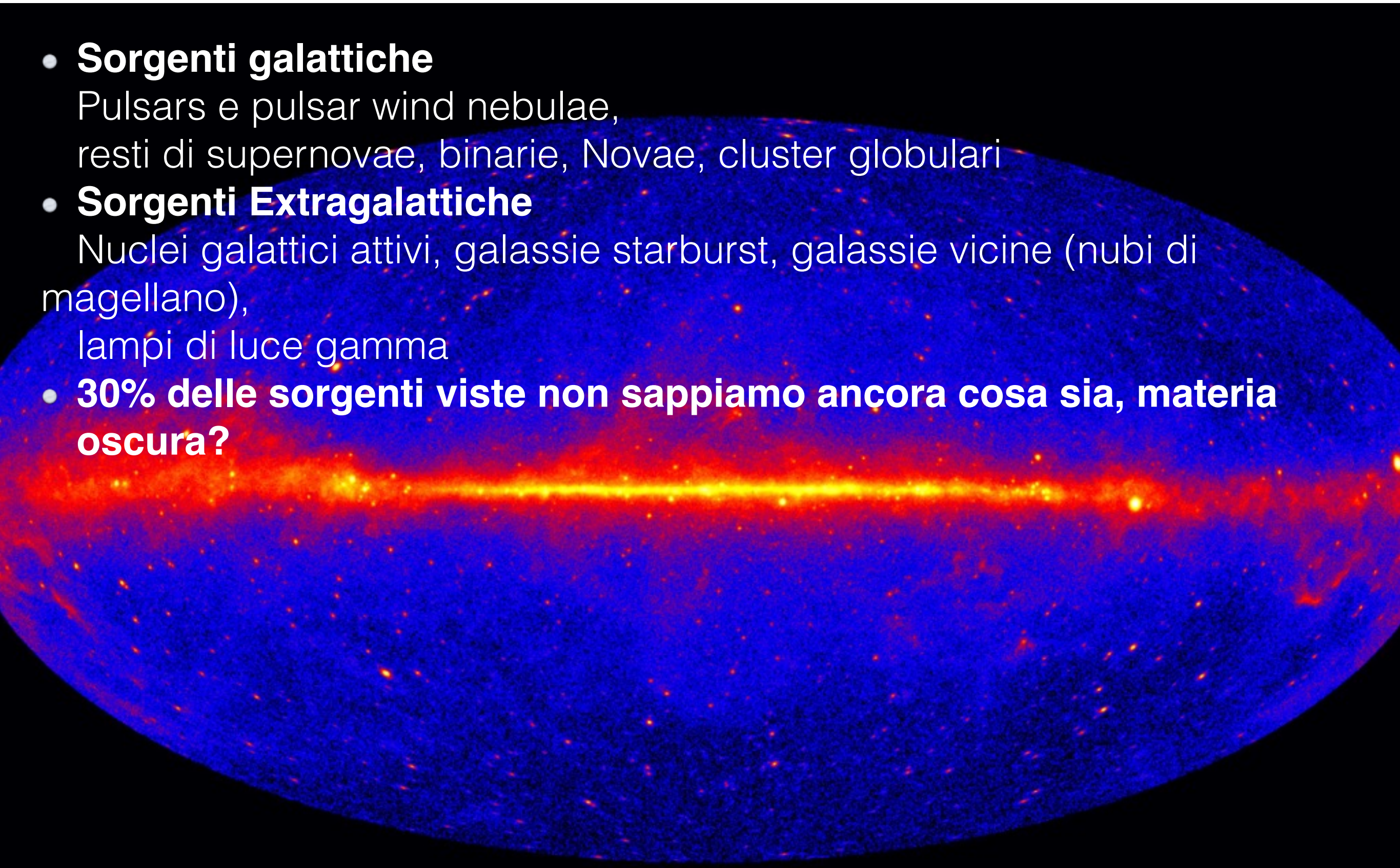
Pulsars e pulsar wind nebulae,  
resti di supernovae, binarie, Novae, cluster globulari

- **Sorgenti Extragalattiche**

Nuclei galattici attivi, galassie starburst, galassie vicine (nubi di magellano),

lampi di luce gamma

- **30% delle sorgenti viste non sappiamo ancora cosa sia, materia oscura?**



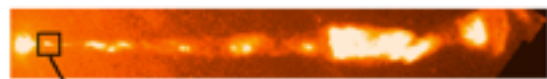
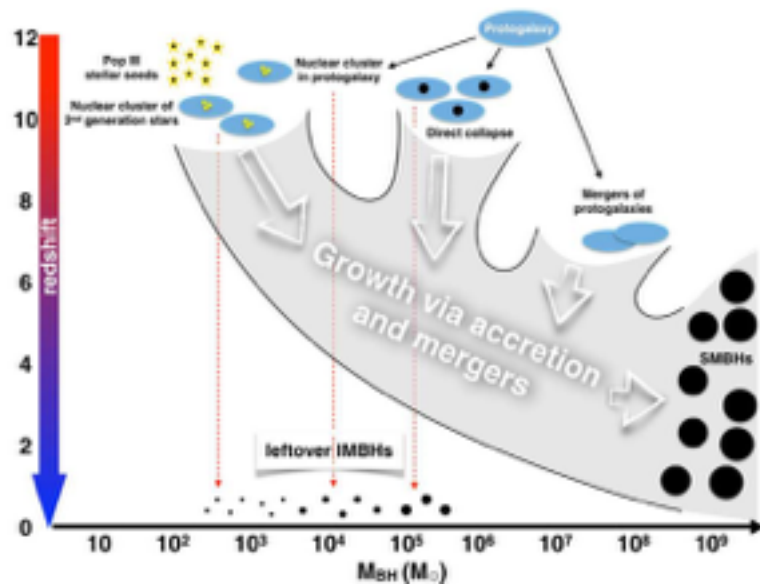


# Proposte di tesi triennale

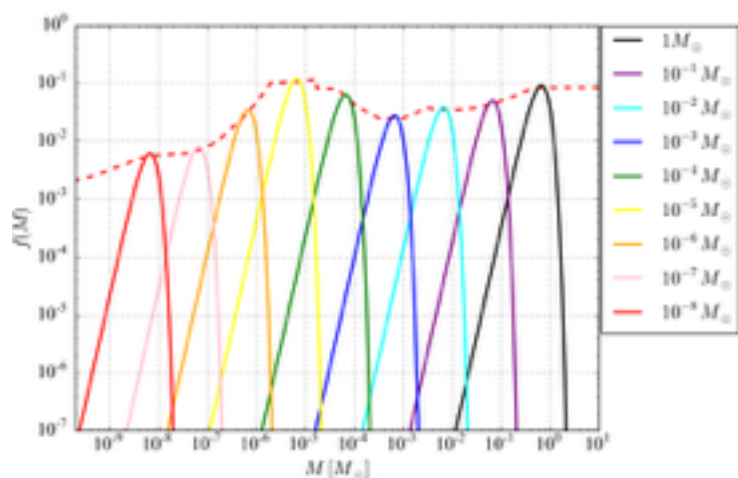
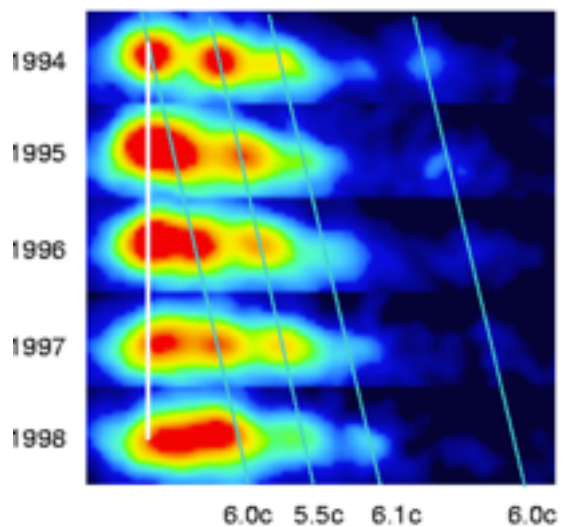
- **Evoluzione cosmica dei buchi neri**
- **Getti relativistici e processi di accrescimento**
- **buchi neri primordiali e materia oscura**

# Proposte di tesi magistrale

- **Metodi di machine learning sulle sorgenti gamma-ray non identificate**
- **Metodi di machine learning sulle curve di luce della emissione prompt dei GRB nel contesto multimessenger**
- **Catalogo incrementale mensile delle sorgenti gamma-ray**



M87 HST-1



## • Evoluzione cosmica dei buchi neri

Negli ultimi 20 anni si è sempre più evidenziato lo stretto legame esistente tra l'evoluzione dei buchi neri super massicci, le galassie ospiti e gli aloni di materia oscura. La tesi consiste nel confronto tra le diverse ipotesi che sono state avanzate riguardo alla natura di questo legame (e l'origine stessa dei buchi neri super-massicci) anche in relazione alla possibilità di poter verificare osservativamente alcuni degli scenari proposti con i nuovi strumenti che entreranno in funzione nei prossimi anni.

## • Getti relativistici e processi di accrescimento

I getti relativistici sono parte integrante dei processi di accrescimento osservati nei nuclei galattici attivi, nelle binarie X, nei Gamma-ray Burst e nelle prime fasi della formazione stellare. Essi sono all'origine di un vasto insieme di fenomeni che influenzano anche l'ambiente circostante (sia esso galattico che extragalattico). La tesi consiste nel fare una rassegna delle varie teorie sviluppate per spiegare i processi di accelerazione e collimazione dei getti nelle varie classi di sorgenti.

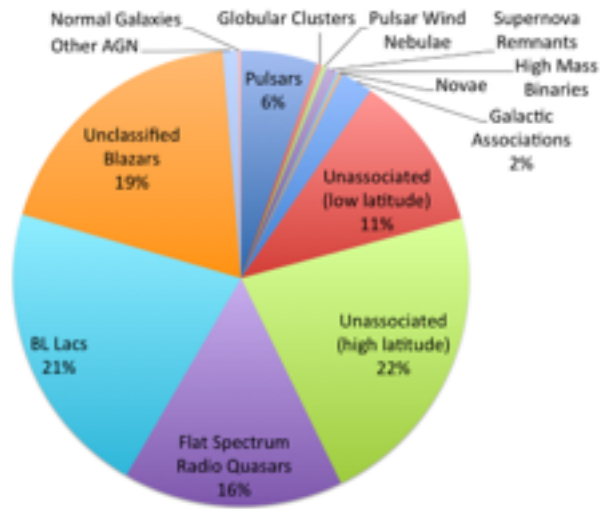
## • Buchi Neri primordiali e materia oscura

Le recenti osservazioni di onde gravitazionali da sistemi binari di buchi neri coalescenti, hanno rivitalizzato le teorie che suggeriscono l'esistenza di una popolazione dei buchi neri primordiali come costituenti principali della materia oscura. La tesi consiste nell'approfondire queste teorie e come esse possano essere verificate attraverso lo studio del fondo della radiazione elettromagnetica nelle varie bande energetiche e di quello delle onde gravitazionali



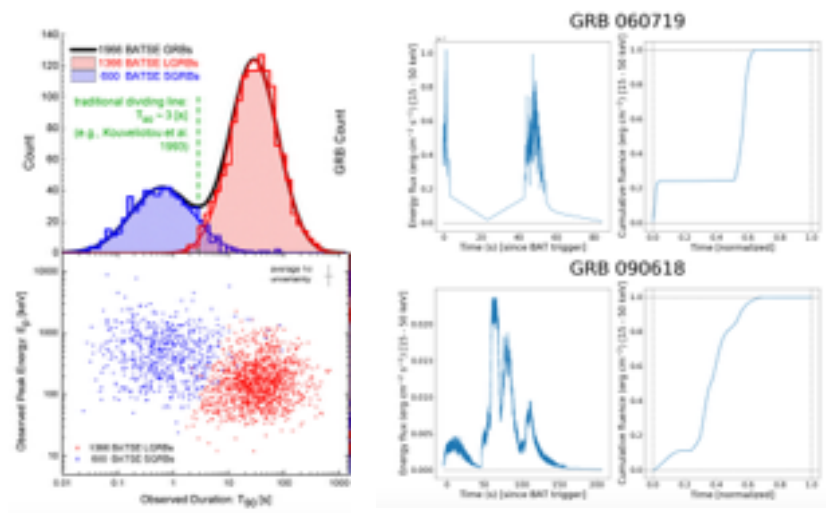
**- Metodi di machine learning sulle sorgenti gamma-ray non identificate**

I cataloghi di Fermi mostrano una percentuale costante di sorgenti non identificate con nessuna controparte nota nelle altre lunghezze d'onda. Sappiamo che la PSF di Fermi soprattutto a basse energie è di qualche grado e questo non ci permette una localizzazione precisa della sorgente gamma e quindi una identificazione. In questo progetto di tesi vogliamo applicare i metodi di machine learning sulle caratteristiche gamma-ray delle sorgenti non-id per cercare di capire se riusciamo a individuare delle caratteristiche ricorrenti in sottoclassi di non identificate che ci permettono di ipotizzare la presenza di nuove classi di gamma-ray emitters



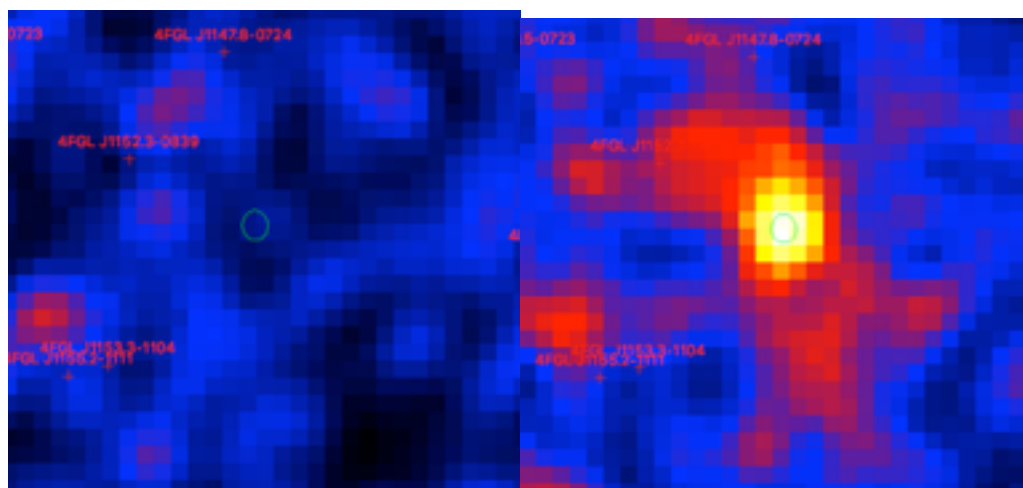
**- Metodi di machine learning sulle curve di luce della emissione prompt dei GRB nel contesto multimessenger**

Storicamente i GRB sono divisi in due sottoclassi in base alla loro durata ( $T_{90} < 2s$  **short**,  $T_{90} > 2s$  **long**). Questa caratteristica non è sufficiente per identificare le varie categorie di eventi che fin dalla loro scoperta si sono viste. Questa tesi consiste nell'utilizzo di metodi di machine learning sulle curve di luce della emissione prompt per identificare e sotto-classificare i GRB in base alle caratteristiche del prompt utilizzando sia i dati di Swift-BAT che Fermi-GBM



**- Catalogo incrementale mensile delle sorgenti gamma-ray**

Con lunghe integrazioni (anni) del cielo riusciamo nei raggi gamma a vedere alcune tipologie di sorgenti con Fermi-LAT, ma ci perdiamo tutte quelle sorgenti transienti che vengono viste solamente integrando in piccoli intervalli di tempo. Questa tesi consiste nell'usare un metodo già sviluppato a Perugia e implementato nella FARM sui cieli (costruiti integrando nel tempo settimane/mesi) per trovare tutte quelle sorgenti che vengono diluite dal fondo nelle lunghe integrazioni.



# *Gruppo Fermi @Perugia*



**Pasquale Lubrano: Dirigente di Ricerca INFN**

email: [pasquale.lubrano@pg.infn.it](mailto:pasquale.lubrano@pg.infn.it)



**Gino Tosti: Professore UniPG**

email: [gino.tosti@unipg.it](mailto:gino.tosti@unipg.it)



**Stefano Germani: Ricercatore UniPG**

email: [stefano.germani@unipg.it](mailto:stefano.germani@unipg.it)



**Sara Cutini: Ricercatore INFN**

email: [sara.cutini@pg.infn.it](mailto:sara.cutini@pg.infn.it)



**Isabella Mereu: Assegnista INFN**

email: [isabella.mereu@pg.infn.it](mailto:isabella.mereu@pg.infn.it)



**Alessandra Berretta: Studente PhD**

email: [alessandra.berretta@pg.infn.it](mailto:alessandra.berretta@pg.infn.it)