

Analisi sistematica temporalmente risolta di lampi di raggi gamma rivelati da Fermi-GBM



Depalo D.*^{1,2}, Bissaldi E.^{1,2}, Holzmann Airasca A.^{1,2}, Bala S.³, Goldstein A.³, de Barra C.⁴,
on behalf of the Fermi-GBM Team

(1) Dipartimento Interateneo di Fisica dell'Università e del Politecnico di Bari, Italy
(2) INFN Sezione di Bari, Italy
(3) Universities Space Research Association, Huntsville, AL, USA
(4) School of Physics, Centre for Space Research, University College Dublin, Ireland
*davide.depalo@ba.infn.it

ABSTRACT Il Telescopio per raggi gamma Fermi è operativo da ormai quasi 17 anni, e durante questo periodo il Fermi Gamma-Ray Burst Monitor (GBM) è stato il più prolifico rivelatore di lampi di raggi gamma (GRB), con circa 4000 eventi osservati. Decine di pubblicazioni dedicate a singoli GRB e numerosi cataloghi generali hanno aiutato a far luce sulle proprietà temporali e spettrali di questi eventi affascinanti. Tuttavia, tra questi cataloghi, solo uno racchiude un'analisi temporalmente risolta sui dati dei primi 4 anni della missione [1]. Il lavoro che presentiamo è un'analisi sistematica di un sottogruppo di GRB brillanti rivelati dal GBM nei primi anni della missione, con particolare attenzione all'evoluzione temporale dei parametri dei modelli spettrali fittati. Le curve di luce sono suddivise in intervalli temporali usando il metodo dei Blocchi Bayesiani [2], mentre l'analisi temporalmente risolta viene effettuata utilizzando i "Gamma-Ray Data Tools" (GDT) [3]. A ogni intervallo sono applicati diversi modelli spettrali, e attraverso opportuni criteri statistici viene selezionato il migliore tra essi. L'obiettivo finale è quello di implementare una pipeline automatizzata per una futura analisi sistematica di tutti i GRB rivelati da GBM fino ad ora.

Supported by:



Metodi

La nostra analisi si è concentrata su tutti i GRB rivelati tra l'11 luglio 2008 e il 14 luglio 2010 che rispettano almeno una delle seguenti condizioni:

- **Fluence** $f > 5 \cdot 10^{-6}$ erg cm⁻²
- **Peak photon flux** $F_p > 15$ fotoni cm⁻² s⁻¹ (sia in caso di binnaggio a 64 ms che a 1024 ms)

L'algoritmo dei Blocchi Bayesiani è stato applicato sul sottoinsieme così ottenuto di 195 eventi, utilizzando i file TTE del detector NaI più brillante. Tuttavia, sui GRB estremamente corti ($T_{90} < 0.3$ s) non è stato possibile ottenere un binnaggio sufficientemente rappresentativo, e perciò si è optato per un binnaggio regolare di 16 ms (8 ms per un evento con $T_{90} < 0.05$ s).

- Di questi, verranno analizzati solamente gli eventi con almeno 3 bin per i quali si ha un rapporto segnale-rumore maggiore di 5σ → **160 eventi** (14 short)

Come si può notare dalla Fig.1, solo una parte della curva di luce (attorno all'intervallo del T_{90} rappresentato in rosso) è stata divisa in bin, al fine di ridurre i tempi di computazione.

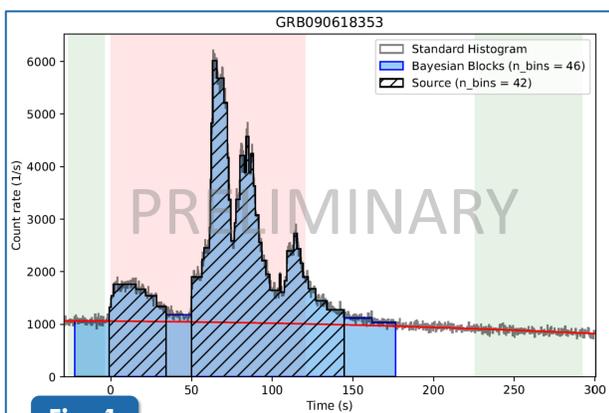


Fig. 1

I **1799 intervalli** così ottenuti sono stati fittati con 4 modelli spettrali (PL, COMP, BAND, SBPL). I modelli sono stati etichettati **GOOD** se gli errori sui parametri rispettavano i seguenti criteri:

- $\sigma_\alpha < 0.8$
- $\sigma_\beta < 1.0$
- $\sigma_Q/Q < 0.4$ (dove $Q=A \cdot E_{peak} \dots$)

REFERENCES

- [1] Yu, Hoi-Fung, et al., Astron. Astrophys., Vol:588, pp:A135 (2016)
[2] Scargle, Jeffrey D., et al., ApJ, Vol:764, Issue:2, pp:167 (2013)
[3] <https://astro-gdt.readthedocs.io/en/latest/index.html>

Risultati e discussione

Per ogni intervallo è stato selezionato il modello migliore (**BEST**) tra quelli etichettati come **GOOD**. Per fare ciò abbiamo confrontato tra loro i valori della **PSTAT** (sottraendo $\Delta_{CRIT} = 11.83$ per il modello COMP e $\Delta_{CRIT} = 20.41$ per la PL).

In Tab. 1 sono riportati il numero di volte in cui ogni modello è risultato il migliore:

- Il modello **COMP** è il più frequente
- Anche il **PL** ha un alto numero di occorrenze
- I modelli più complessi (**BAND**, **SBPL**) invece sono generalmente sfavoriti.

MODEL	N	Percentage
BAND	15	0.9%
SBPL	28	1.6%
COMP	1219	69.5%
PL	492	28.0%
TOTAL	1754	100.0%

Tab. 1



Fig. 2

La Fig. 2 mostra le curve di luce di due GRB del sample (istogrammi blu) sulle quali sono sovrapposti i valori di E_{PEAK} ottenuti fittando il modello COMP (punti neri con barre d'errore verdi). Nella figura in alto, E_{PEAK} varia seguendo la forma della curva di luce stessa (**intensity tracking**); in quella in basso, invece, l'andamento è del tipo **hard-to-soft**.

La Fig. 3, infine, mostra le distribuzioni dei parametri dei modelli **BEST** (da destra a sinistra: α , β e E_{PEAK}):

- α ha 2 picchi attorno a -2 (PL) e a -1 (COMP)
- β ha valori intorno a $-2 \div -3$
- $E_{PEAK} \sim O(200 \text{ keV})$

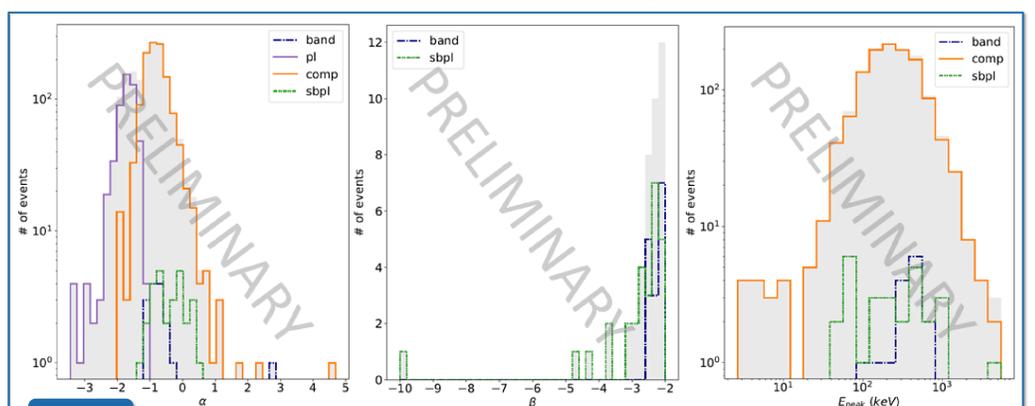


Fig. 3