



Hands-on session
Fermi-LAT data
Analysis

28/03/2025

Riccardo Di Tria,
riccardo.ditria@ba.infn.it

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bari









BARI-PERUGIA-ROMA-TORINO-TRIESTE

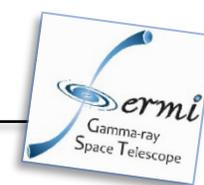
ONLINE EDITION zoom

8TH FERMI MASTERCLASS

HUNTING FOR GAMMA-RAY BURSTS

Fermi Masterclass 2025

Iniziamo a preparararci



- La piattaforma che utilizzeremo si chiama *Google Colab*
 - Questa piattaforma fornisce un python-notebook, cioè una interfaccia che ci consente di eseguire comandi nel linguaggio di programmazione python e visualizzare dati e grafici.
- Ogni blocco di comandi può essere eseguito cliccando sul tasto "*play*" situato in alto a sinistra della cella, oppure ponendo il cursore nella cella e cliccando Shift+Invio oppure Ctrl+Invio.
 - Il notebook può essere modificato, ma le modifiche non verranno salvate a meno che non salviate una copia sul vostro *GoogleDrive*, cliccando sul tasto "Copy to Drive", posizionato in alto sotto la barra dei Menù.

All'esecuzione del primo blocco comparirà una finestra di pop-up, nella quale verrà richiesto l'accesso al proprio account google (se non già effettuato). Se richiesto, bisogna cliccare sul tasto "Esegui comunque" per eseguire il notebook.

Avviso: questo blocco note non è stato scritto da Google

L'autoring di questo blocco note è stato eseguito da astroparticellebari@gmail.com. Potrebbe essere richiesto l'accesso ai dati archiviati con Google o la lettura di dati e credenziali di altre sessioni. Esamina il codice sorgente prima di eseguire questo blocco note. Contatta l'autore di questo blocco note all'indirizzo astroparticellebari@gmail.com in caso di ulteriori domande.

Annulla **Esegui comunque**

1. Fermi-LAT_data_explorer 2025



<https://l.infn.it/colab01>

2. Masterclass2025_GRB analysis



<https://l.infn.it/colab02>

- Il *Fermi*-LAT registra tutti i raggi gamma che lo attraversano e tutti i dati vengono scaricati a terra.
 - Questi dati vengono elaborati per selezionare i fotoni e ricostruirne l'energia e la direzione.
 - I file rilasciati contengono le informazioni principali sui fotoni in arrivo.
 - Sono in formato «fits» (Flexible Image Transport System)
- I file Fits possono contenere sia immagini che tabelle (come file excel). Hanno degli «headers» che descrivono il campo dati in ogni colonna/immagine con la sua unità.
 - Esistono due tipi di file fits rilasciati:
 - file **FT1** (*Event files*): contengono una tabella di dati. Queste variabili sono utili per l'analisi scientifica.
 - file **FT2** (*Spacecraft files*): contengono una tabella con l'assetto del satellite ogni 30s (es. puntamento, posizione,...). Questo file è utile per sapere come è stata osservata una porzione di cielo in un dato momento.

Esplorando i fits files



fv: Summary of L180110050120A078F53F72_PHOTONS.fits in /home/masterclass/Fermi/D

File Edit Tools Help

| Index | Extension | Type | Dimension | View |
|-------|-----------|--------|-------------------------|-----------------------------|
| 0 | Primary | Image | <i>Numero di fotoni</i> | Header Image Table |
| 1 | EVENTS | Binary | 23 cols & 629359 rows | Header Hist Plot All Select |
| 2 | GTI | Binary | 2 cols X 17098 rows | Header Hist Plot All Select |

fv: Header of L180110050120A078F53F72_PHOTONS.fits[1] in /home

File Edit Tools Help

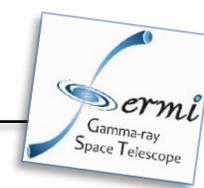
Search for: Find Case sensitive? No

```

XTENSION= 'BINTABLE' / binary table extension
BITPIX   =      8 / 8-bit bytes
NAXIS    =      2 / 2-dimensional binary table
NAXIS1   =     98 / width of table in bytes
NAXIS2   = 629359 / number of rows in table
PCOUNT   =      0 / size of special data area
GCOUNT   =      1 / one data group (required keyword)
TFIELDS  =     23 / number of fields in each row
TTYPE1   = 'ENERGY' / energy of event
TFORM1   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE2   = 'RA' / right ascension (J2000) of event
TFORM2   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE3   = 'DEC' / declination (J2000) of event
TFORM3   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE4   = 'L' / Galactic longitude of event
TFORM4   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE5   = 'B' / Galactic latitude of event
TFORM5   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE6   = 'THETA' / inclination angle of event in instrument coordi
TFORM6   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE7   = 'PHI' / azimuthal angle of event in instrument coordina
TFORM7   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
TTYPE8   = 'ZENITH_ANGLE' / zenith angle of event
TFORM8   = 'E' / data format of field: 4-byte REAL
    
```

| Select | ENERGY | Ra | DEC | L | B | THETA |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| All | E MeV | E deg | E deg | E deg | E deg | E deg |
| Invert | Modify | Modify | Modify | Modify | Modify | Modify |
| 1 | 1.756061E+02 | 3.391679E+02 | 1.727016E+01 | 8.271756E-01 | -3.487190E+01 | 7.387161E+01 |
| 2 | 8.801073E+02 | 3.414103E+02 | 1.631806E+01 | 8.416010E-01 | -3.690939E+01 | 7.599665E+01 |
| 3 | 5.762838E+02 | 3.412276E+02 | 2.056462E+01 | 8.694309E-01 | -3.331972E+01 | 7.364761E+01 |
| 4 | 1.964783E+02 | 3.418857E+02 | 1.711086E+01 | 8.519376E-01 | -3.652289E+01 | 7.319201E+01 |
| 5 | 1.899846E+03 | 3.431465E+02 | 1.808472E+01 | 8.710955E-01 | -3.638726E+01 | 7.023323E+01 |
| 6 | 1.837350E+02 | 3.419879E+02 | 2.084267E+01 | 8.783714E-01 | -3.348146E+01 | 6.758913E+01 |
| 7 | 2.938889E+02 | 3.417011E+02 | 1.598659E+01 | 8.420437E-01 | -3.734142E+01 | 6.746780E+01 |
| 8 | 2.092558E+02 | 3.393520E+02 | 1.593004E+01 | 8.189556E-01 | -3.604618E+01 | 6.466853E+01 |
| 9 | 1.962206E+02 | 3.438824E+02 | 1.240208E+01 | 8.376110E-01 | -4.148887E+01 | 6.819236E+01 |
| 10 | 3.977594E+02 | 3.450587E+02 | 1.538758E+01 | 8.720017E-01 | -3.964639E+01 | 6.771472E+01 |
| 11 | 1.364667E+02 | 3.477868E+02 | 1.817495E+01 | 9.193012E-01 | -3.858520E+01 | 6.937699E+01 |
| 12 | 2.913366E+02 | 3.407460E+02 | 1.414071E+01 | 8.188167E-01 | -3.828534E+01 | 6.347447E+01 |
| 13 | 1.252612E+02 | 3.430286E+02 | 1.951716E+01 | 8.795545E-01 | -3.512505E+01 | 6.415683E+01 |
| 14 | 2.595493E+02 | 3.438229E+02 | 1.267500E+01 | 8.390692E-01 | -4.123222E+01 | 6.682730E+01 |
| 15 | 4.944466E+02 | 3.426445E+02 | 1.629284E+01 | 8.536165E-01 | -3.760890E+01 | 6.424514E+01 |
| 16 | 1.538598E+03 | 3.432447E+02 | 1.672839E+01 | 8.627108E-01 | -3.757039E+01 | 6.466380E+01 |
| 17 | 2.039515E+02 | 3.479169E+02 | 1.377811E+01 | 8.920621E-01 | -4.246676E+01 | 6.977825E+01 |
| 18 | 1.106732E+02 | 3.451093E+02 | 1.870977E+01 | 8.948805E-01 | -3.685121E+01 | 6.580678E+01 |

Fermi Science Support Center (FSSC)



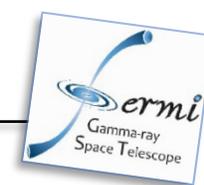
- Tutti i dati e il software di analisi del satellite *Fermi* sono pubblicamente disponibili sul sito Web della NASA.

Potete scaricare liberamente tutto il materiale che useremo oggi!!!

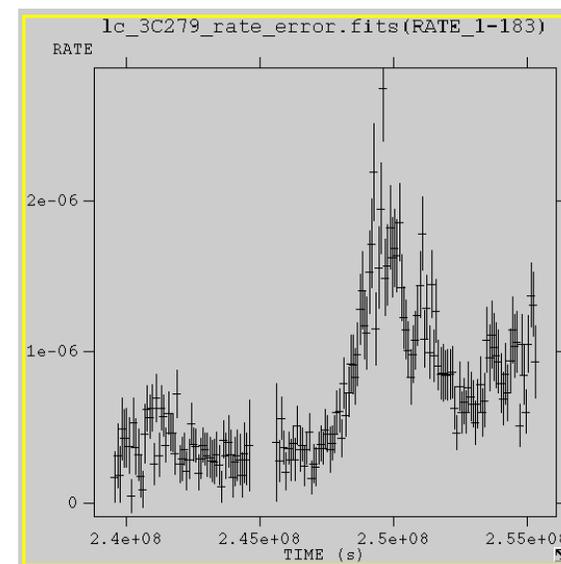
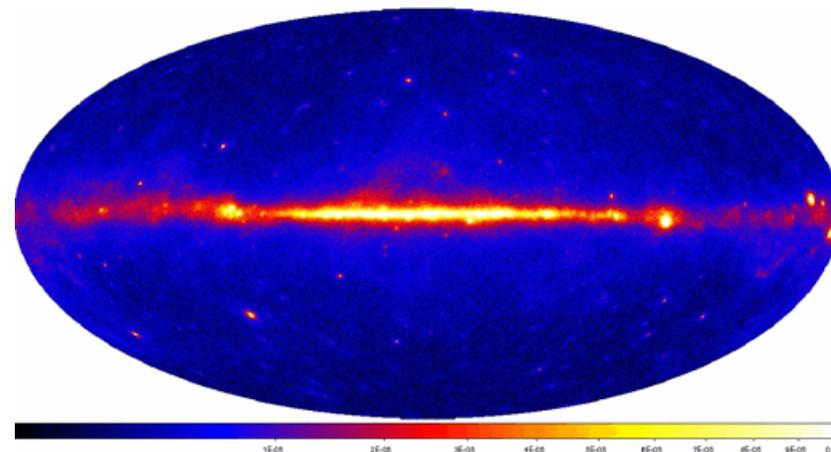
<https://fermi.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/ssc/LAT/LATDataQuery.cgi>

The screenshot shows the Fermi Science Support Center website. At the top left is the NASA logo and the text "National Aeronautics and Space Administration Goddard Space Flight Center". To the right is a search bar with "Fermi" entered and a "GO" button. Below the search bar are links for "Fermi • FSSC • HEASARC Sciences and Exploration". The main header features the text "Fermi Gamma-ray Space Telescope" and an image of the Fermi satellite. A navigation menu includes "Home", "Support Center", "Observations", "Data" (highlighted), "Proposals", "Library", "HEASARC", and "Help". The "Data" section is expanded, showing a "Data Access" menu with links for "LAT Data", "LAT Catalog", "LAT Data Queries", "LAT Query Results", and "LAT Weekly Files". The main content area is titled "LAT Photon, Event, and Spacecraft Data Query" and contains a form with the following fields: "Object name or coordinates:" (text input), "Coordinate system:" (dropdown menu set to "J2000"), "Search radius (degrees):" (text input), and "Observation dates:" (text input).

Esplorando i dati di *Fermi*

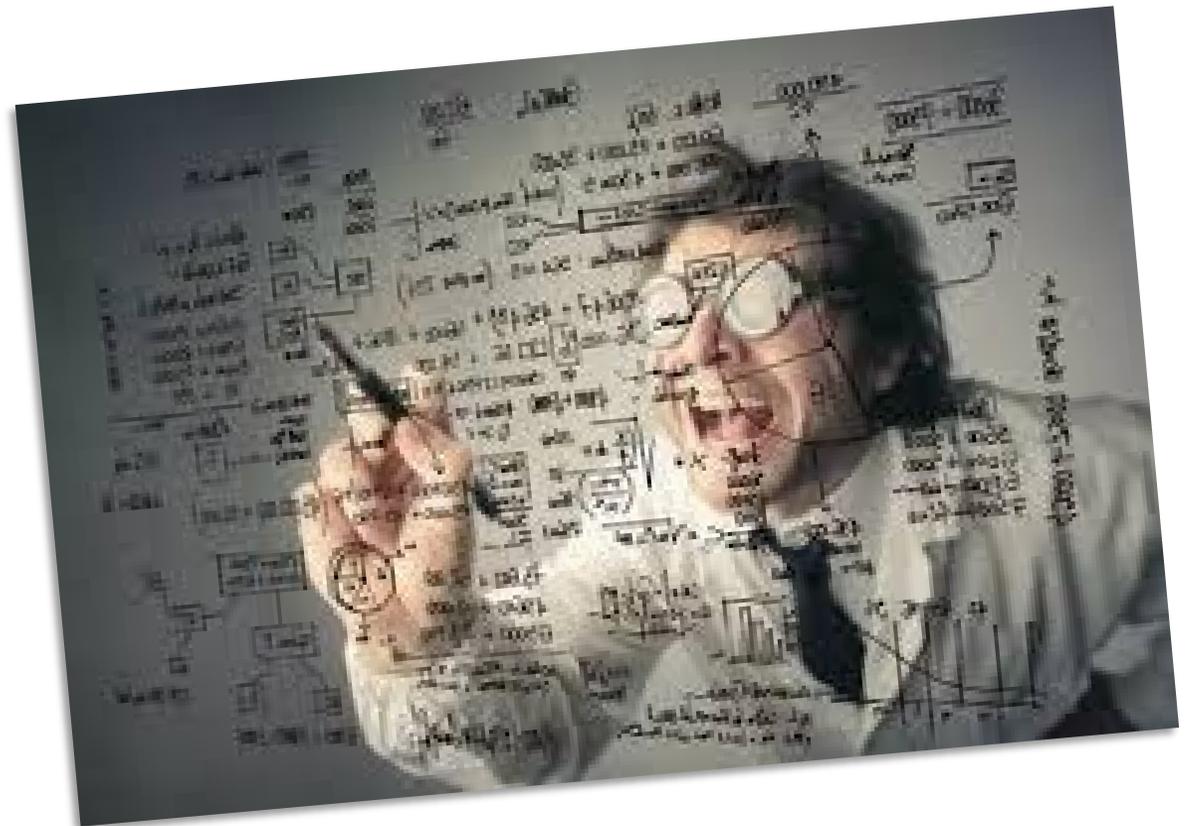


- *Mappa dei conteggi (Count map)*: è un grafico 2D dei fotoni osservati da una regione di cielo. È una sorta di immagine (foto) del cielo in raggi gamma ad alte energie.
- *Curva di luce (light curve)*: è una rappresentazione grafica del flusso da una posizione nel cielo in funzione del tempo.
 - Questo tipo di grafico è utile per studiare le variazioni della luminosità di una sorgente in funzione del tempo.



Le analisi di oggi...

- Presto lavoreremo su alcuni dati reali di *Fermi*
- Esploreremo sia file FT2 che FT1
- Effettueremo una vera e propria analisi scientifica sui dati di alcuni Gamma-Ray Bursts!
- Creeremo
 - mappe di conteggi
 - curve di luce



Le analisi di oggi...

