

Analisi dei dati del satellite Swift relativi ai
blazars 3C 279 e PKS 1510-08

Umberto Battino

Rapporto nr. 108

7 luglio 2008

Rapporto interno attività di Stage (aprile-giugno 2008)

**Analisi dei dati del satellite Swift relativi ai blazars
3C 279 e PKS 1510-08**

Nel periodo tra metà aprile e metà giugno 2008 ho svolto presso il gruppo di ricerca extragalattico dell'Osservatorio Astronomico di Torino, un'attività di Stage inerente ai Blazars 3C 279 e PKS 1510-089 con l'appoggio essenziale della dott.ssa Claudia M. Raiteri e del dott. Luciano Lanteri.

I due oggetti in questione appartengono alla categoria blazars tipo quasar e sono entrambi conosciuti per la loro viva e variabile attività alle frequenze γ . Tale attività è anche ben rispecchiata nell'ultravioletto e nell'ottico ovvero le bande di frequenza dello strumento del satellite Swift chiamato UVOT, dalle cui osservazioni derivano i dati sui quali è basato il presente lavoro.

I due oggetti presi in esame hanno alto redshift: $z=0.5362$ per 3C 279 e $z=0.36$ nel caso di PKS 1510-089.

Per prima cosa ho scaricato dal database della NASA le osservazioni Swift-UVOT corrispondenti al periodo di interesse (stagione osservativa 2007), consistenti in immagini con filtri V, B, U per l'ottico e $W1, M2, W2$ per l'ultravioletto.

Successivamente ho proceduto alla visualizzazione delle immagini alle varie frequenze tramite il programma ds9 e, sempre con esso, alla creazione delle regioni per l'estrazione dei conteggi della sorgente e del background da sottrarre ai conteggi relativi alla sorgente.

Al fine di evitare di includere nel background le code della Point Spread Function della sorgente, è suggerito (vedi Poole et al. 2008, MNRAS, 383, 627) scegliere come regione per la sua stima una corona circolare centrata sulla sorgente con raggio interno di 55 secondi d'arco e raggio esterno di 70 secondi d'arco.

Tale scelta è stata però, in questo caso, modificata per due motivi principali:

- 1) eccessiva "prudenza": il background citato è consigliato più che altro per sorgenti deboli e ciò non è il nostro caso, ovvero la scelta di una manciata di conteggi non comporta un errore superiore a una frazione dell'1%;
- 2) con tale corona circolare si andrebbe a comprendere nel background altri oggetti che, di conseguenza, ne causerebbero una stima decisamente errata.

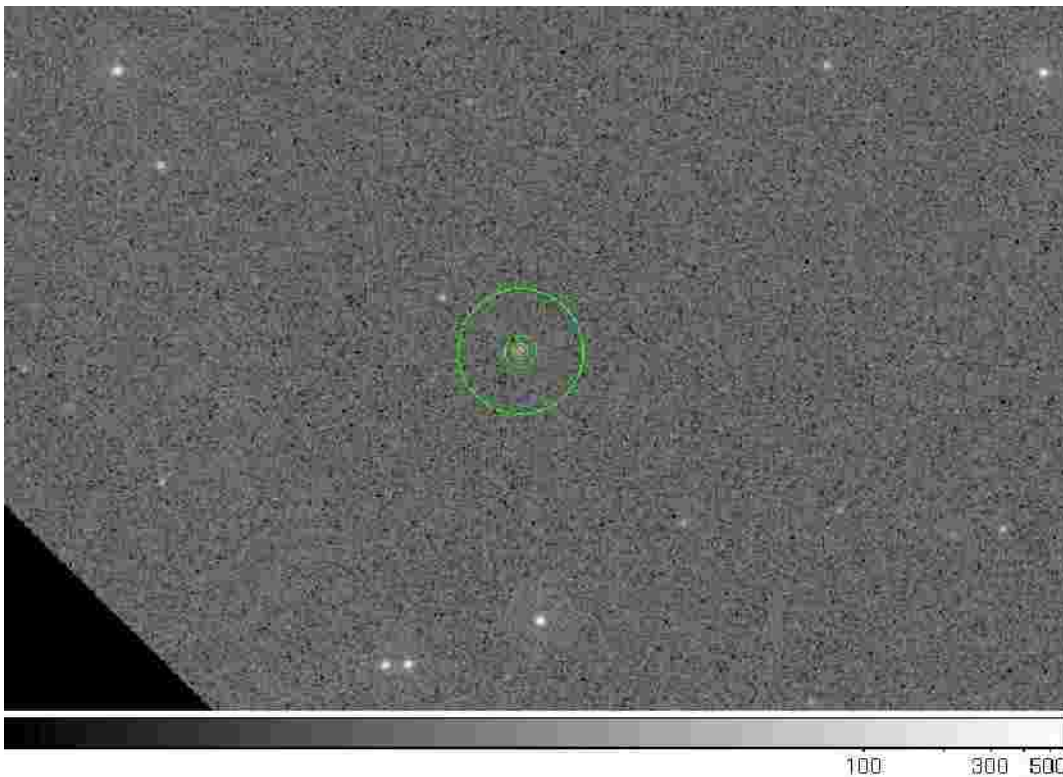
Fatte queste considerazioni, si è deciso di definire come background una corona circolare di raggio interno ed esterno rispettivamente di 10 e 40 secondi d'arco per la 3C279, e un cerchio di 5 secondi d'arco posizionato a 5 secondi d'arco di distanza dalla sorgente per la PKS 1510-089 in quanto, in quest'ultimo caso, non si è trovata alcuna corona circolare adatta a stimare il background a causa della presenza di oggetti vicini.

Per estrarre i conteggi di entrambe le sorgenti si è scelto un cerchio di 5 secondi d'arco e si è dovuto controllare, filtro per filtro e per ogni immagine, che le regioni fossero consistenti con i loro scopi.

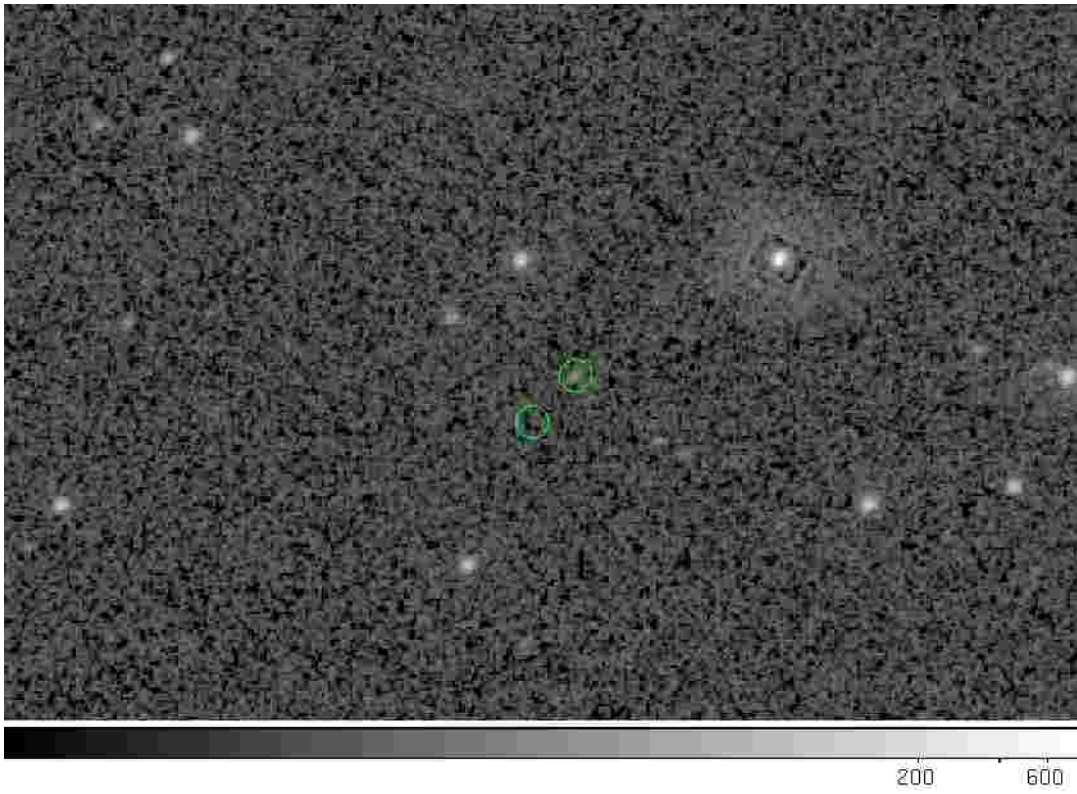
Nel caso di 3C 279, nell'ultravioletto una sorgente a poche decine di secondi d'arco dal blazar diviene notevolmente più luminosa di quanto non lo fosse nell'ottico, dove sembra che non appaia nemmeno.

Inoltre, nel filtro M2 in più occasioni la sorgente presenta una diversa posizione nell'immagine, costringendo a definire regioni di estrazione specifiche per questo filtro..

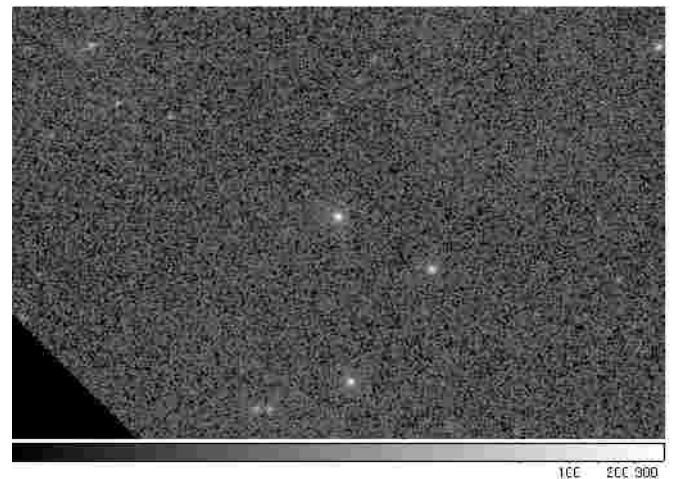
Campo stellare della 3C279 con le relative regioni di background e sorgente



Campo stellare della PKS-1510 con le relative regioni di background e sorgente



Confronto tra l'immagine in filtro B (a sinistra) e W (a destra) del campo stellare della 3C279: notare "l'accensione" dell'oggetto a destra del Quasar nell'ultravioletto.



Una volta così definite le regioni delle sorgenti e di background, si sono ridotti i dati in remoto, tramite l'interfaccia Hera (<http://heasarc.gsfc.nasa.gov/hera/>) della NASA. Il comando generico dato è:

```
fv -r uvotmaghist infile=sw00035030005uvv_sk.img.gz outfile=v_mag.fits
plotfile=NONE zerofile=CALDB coinfile=CALDB srcreg=src g bkgreg=bkg.reg
```

dove CALDB si riferisce ai files di calibrazione della NASA, e src.reg e bkg.reg sono le regioni di estrazione dei conteggi per la sorgente e per il background, rispettivamente.

Questo comando esegue l'upload delle immagini da ridurre e le processa secondo il comando dato, ed infine esegue il download dei risultati.

Le tabelle fits ottenute per un dato filtro sono state assemblate in un unico file tramite il comando:

```
fv -r fmerge @obsid uvot_v.fits @columns
```

per ottenere la curva luce in quel filtro, selezionando per semplicità solo tempo, magnitudine ed errore.

Infine, le tabelle fits sono state trasformate in ascii con:

```
fv -r fdump uvot_v.fits[1] uvot_v.txt @columns - pagewidth=150 prhead=no
showcol=no showunit=no showrow=no clobber=yes
```

Il tempo delle osservazioni UVOT, denominato MET, è espresso come secondi a partire dal 1/1/2001 alle 00:00. Per convenzione, questo tempo è stato convertito in Data Giuliana JD, secondo l'espressione:

$$JD = MET/3600.0d0/24.0d0 + 2451910.5d0$$

Visualizzate le curve luce tramite il software grafico IDL, ho proceduto al rigetto di alcuni punti palesemente errati per motivi vari come, ad esempio, un tempo di esposizione eccessivamente corto, forse dovuto alla chiusura dei dispositivi ottici in occasione di una tempesta solare.

Dalle curve luce si notano due aspetti principali:

- 1) nei periodi in cui le immagini studiate sono state raccolte, la 3C 279 presenta un'attività notevolmente maggiore, con variazioni di 2,5 magnitudini in una scala temporale di qualche mese;

2) per la PKS 1510-089 si distinguono facilmente 3 epoche principali di osservazioni, contro le 4 della 3C 279, corrispondenti ad un analogo numero di ToO (Target of Opportunity).

Successivamente, sempre utilizzando IDL, si è proceduto nella creazione delle cosiddette distribuzioni di energia spettrale (o SEDs).

Si sono considerati i dati alle diverse frequenze corrispondenti alla stessa epoca (intervallo strettamente inferiore a 0.5 giorni).

Le magnitudini sono state corrette per l'estinzione galattica, che diventa molto importante nell'ultravioletto.

Infatti, per 3C 279 si ha:

$u_{extv}=0.0932$

$u_{extb}=0.1230$

$u_{extu}=0.14701$

$u_{extw1}=0.19490$

$u_{extm2}=0.28461$

$u_{extw2}=0.27099$

Per PKS 1510-089 invece:

$extv=0.3153$

$extb=0.416$

$u_{extu}=0.4968$

$u_{extw1}=0.6586$

$u_{extm2}=0.9618$

$u_{extw2}=0.9157$

Come si può notare, l'emissione di quest'ultima sorge estremamente assorbita.

Infine, le magnitudini sono state convertite in flussi secondo la formula: $m=-2.5 \log(F/F_0)$, dove gli F_0 sono i flussi di magnitudine zero:

$uf_{0v}=3.64386e-20$

$uf_{0b}=4.05287e-20$

$uf_{0u}=1.44486e-20$

$uf_{0w1}=9.17284e-21$

$uf_{0m2}=7.54123e-21$

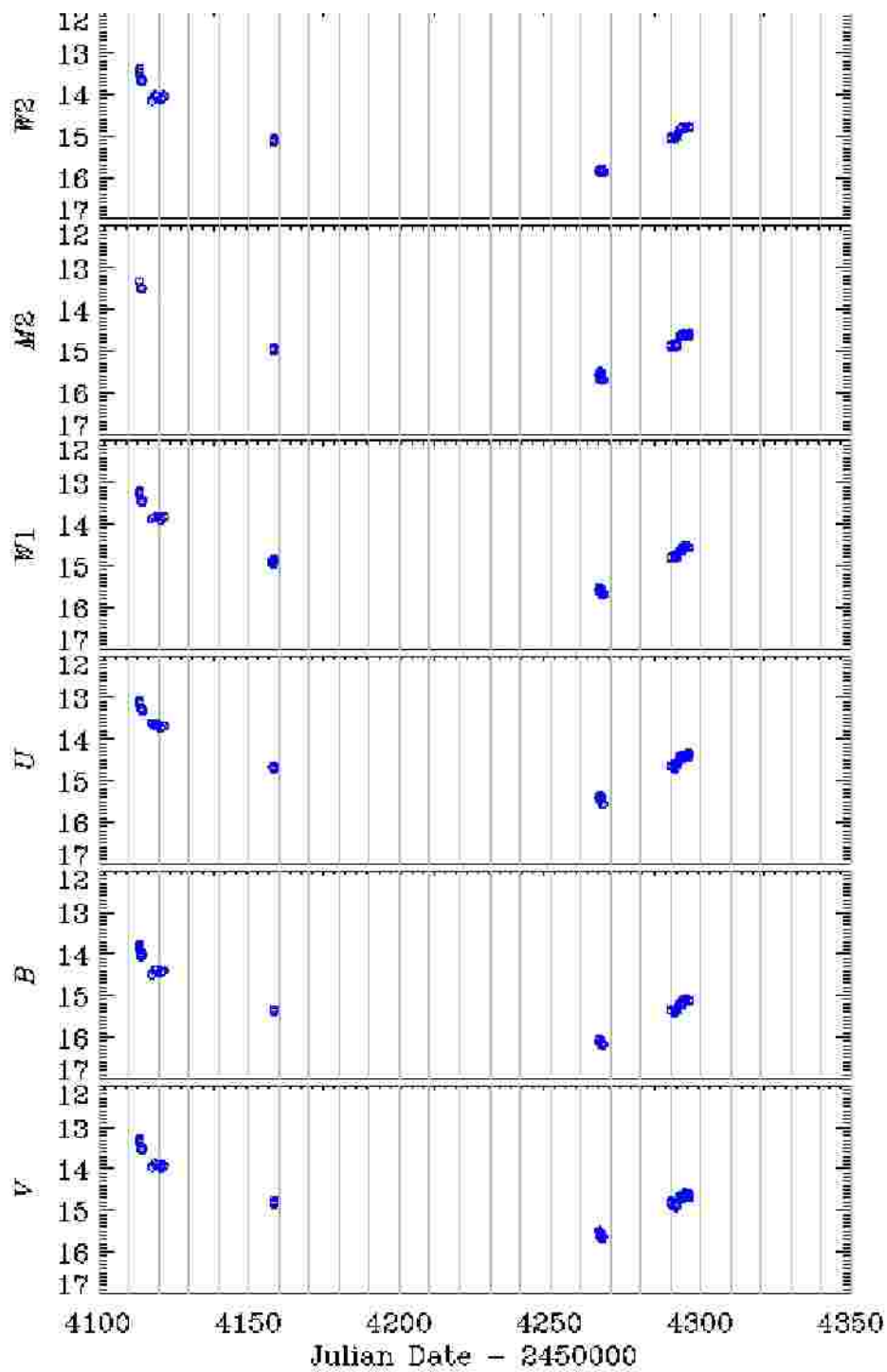
$uf_{0w2}=7.42419e-21$

Si sono graficati i risultati nel classico diagramma logaritmo della frequenza per il flusso in funzione del logaritmo della frequenza, ottenendo così una SED per ogni epoca (corrispondenti ad altrettante richieste di ToO).

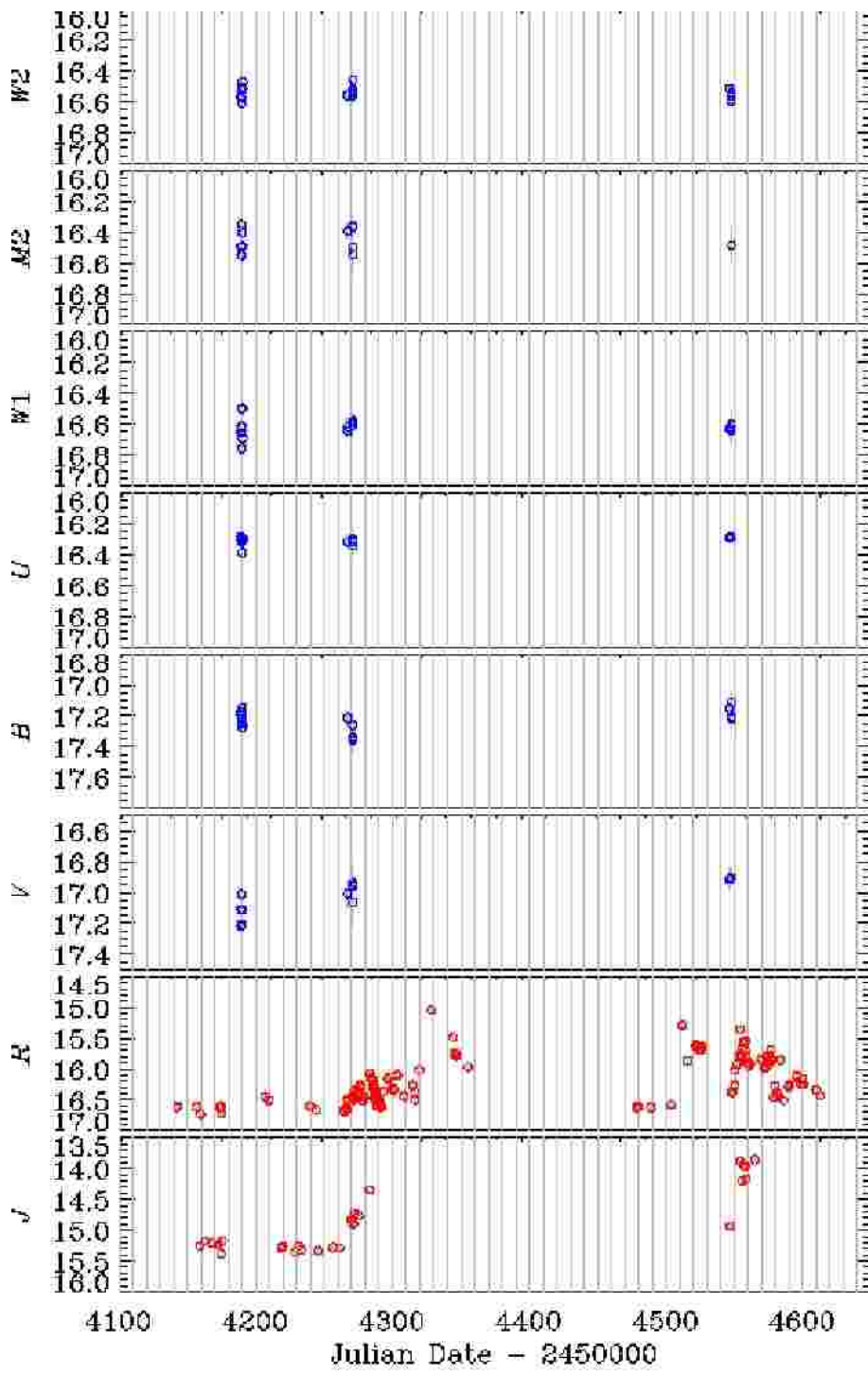
SEDs e curve-luce dei due oggetti sono rappresentati nella pagina seguente.

Nel caso della PKS 1510-089 si sono confrontati i dati UVOT con i dati ottici in banda R e i dati nel vicino infrarosso in banda J forniti dal GASP-WEBT (<http://www.oato.inaf.it/blazars/webt/>)

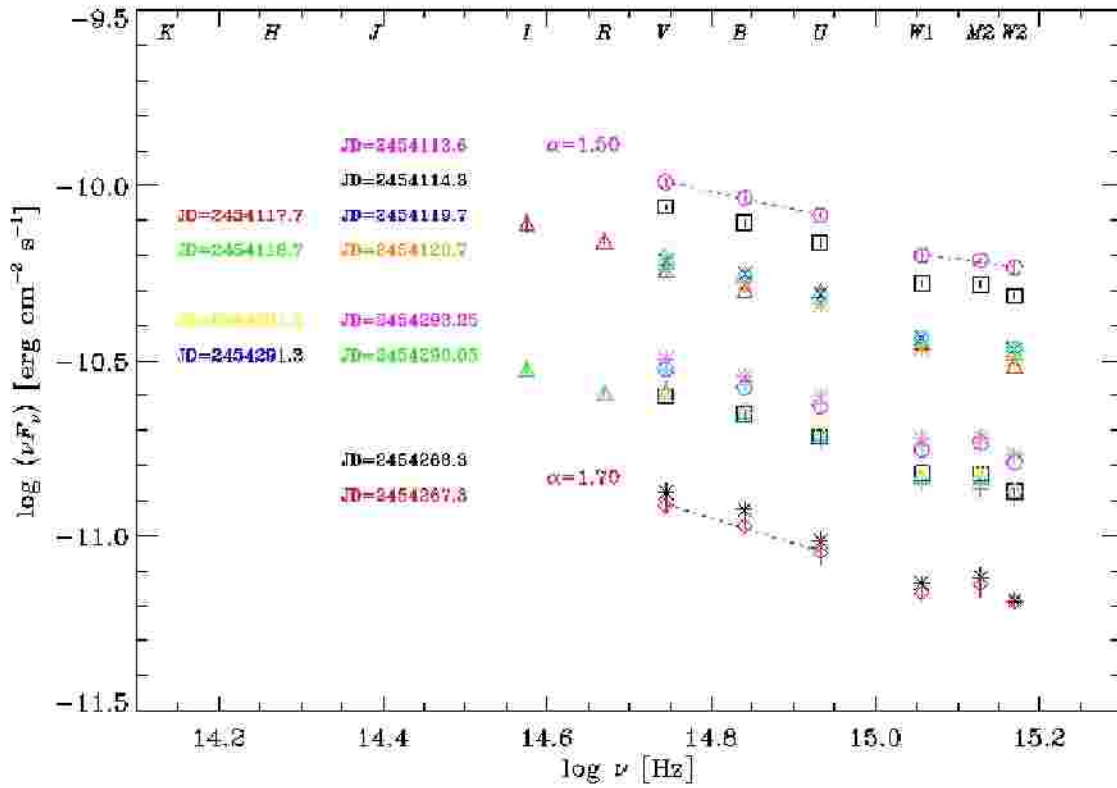
Curve-luce della 3C279



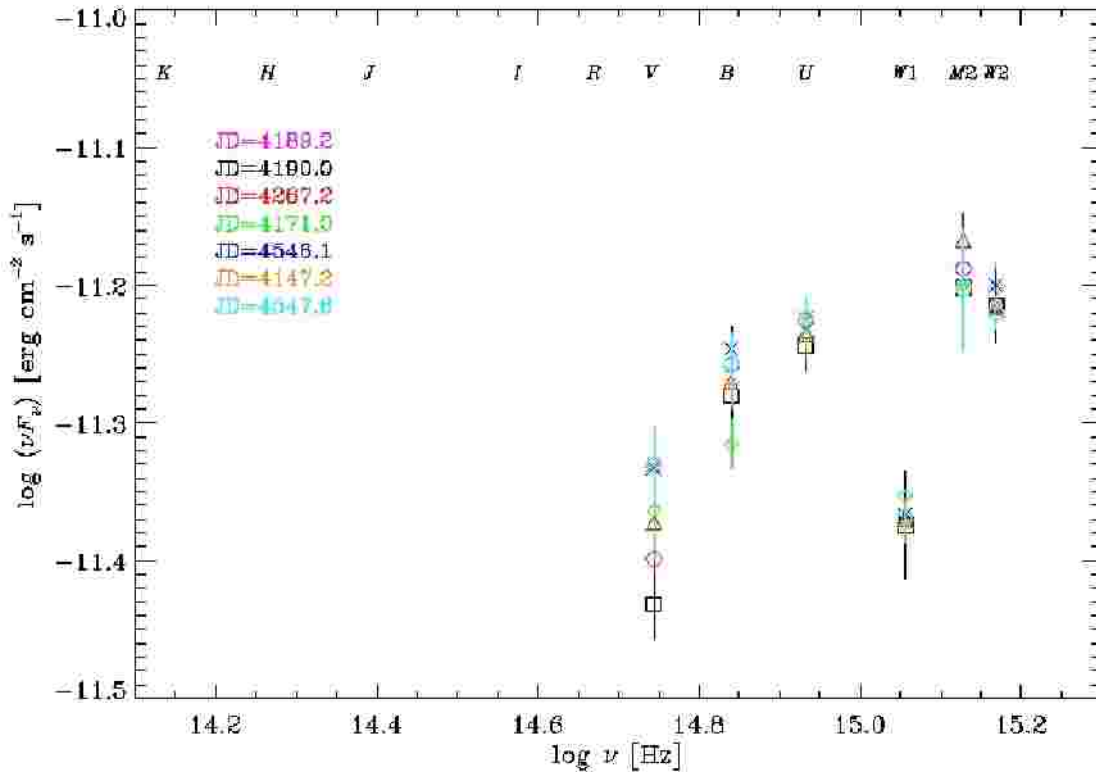
Curve-luce della PKS-1510



Sed della 3C279



Sed della PKS-1510



C
ON
CL
USI
ON
I

La banda di frequenze su cui si è con

centrata l'attività di Stage, è sempre stata poco studiata nei blazars. Ma è proprio

qui che, almeno per i blazars di tipo quasars come le sorgenti prese in esame in questo lavoro, ci si aspetta che si intersechino i contributi di due tipi di emissione:

- 1) emissione non termica dal getto di plasma, bimata verso l'osservatore per effetto relativistico
- 2) emissione termica dal disco di accrescimento, non bimata

Considerando le SEDs, per 3C 279 ci si aspettava di trovare il segno di un big blue bump, cioè un eccesso ultravioletto indicante l'esistenza della componente termica dal disco di accrescimento. Invece le SEDs sembrano comportarsi come quelle degli oggetti di tipo BL Lacertae, che costituiscono l'altra categoria di blazars. Infatti non si è osservata alcuna emissione termica del disco di accrescimento, in quanto probabilmente l'emissione di sincrotrone l'ha del tutto coperta in conseguenza dello stato di alta emissività della sorgente nel periodo studiato. Inoltre, il comportamento è del tipo "bluer-when-brighter", cioè lo spettro diventa più blu quando la sorgente è più brillante, come avviene negli oggetti BL Lac.

Nel caso della PKS 1510-089 si è osservata una strana SED, con lo spettro che cambia pendenza più volte, evidenziando una depressione in banda *WI*.

Si possono fare sostanzialmente 3 ipotesi:

- 1) Possibile problema strumentale legato al filtro *WI*.
- 2) Assorbimento da parte di specifici atomi, ma non si conosce alcun ovvio "candidato" in banda *WI*.
- 3) "Little blue bump" da parte di Fe e Mg (ipotesi più convincente): si pensa, cioè, che l'insolito picco in banda *B* e *U* sia dato dall'emissione da parte di atomi o ioni di Ferro e Magnesio II, le cui caratteristiche righe di emissione, corrette per il redshift, ricadrebbero proprio nella banda considerata.