

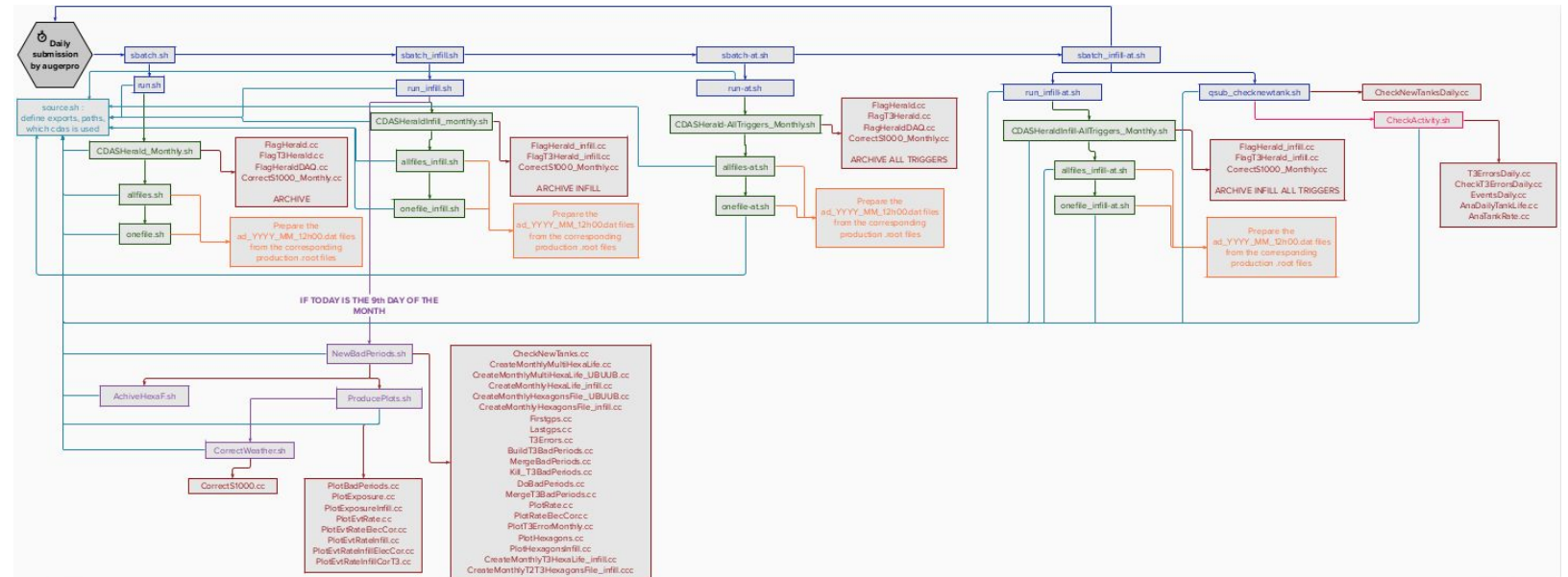
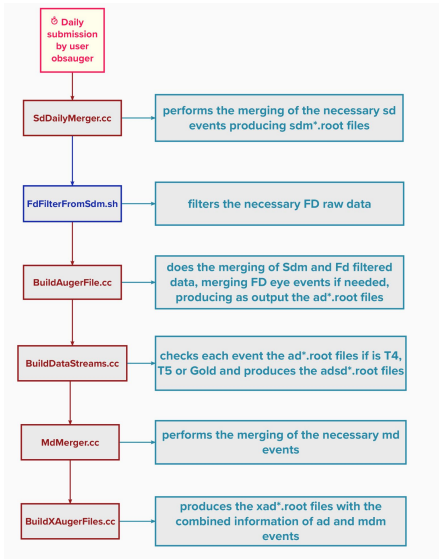
Osservatorio Pierre Auger

Lorenzo Caccianiga per il gruppo di Milano

Data production, exposure e bad periods

Il gruppo di Milano si occupa quotidianamente della produzione dei dati dell'Osservatorio

- I raw data vengono copiati da Malargue al server di Lione dove vengono rielaborati da una catena di jobs (merging processes)
 - Verifichiamo che i codici vengano eseguiti, interveniamo prontamente in caso di errori, file mancanti o di segnalazioni da parte degli SD shifter, comunicando se necessario direttamente con lo staff all'Osservatorio
- Seguiamo la produzione finale dei dataset rendendoli accessibili alla Collaborazione
- Ci occupiamo dello studio delle performance del detector SD in tutte le configurazioni, calcolandone per ciascuna i BadPeriods e l'exposure e producendo gli output di controllo per gli SD shift



Commissioning Auger Prime

Stiamo seguendo il deployment di AugerPrime con software sviluppati per riconoscere il momento di installazione della elettronica UUB sulle stazioni SD

- A livello di produzione abbiamo installato e gestiamo una linea parallela che include la calibrazione degli sPMT
- Seguendo gli step del deployment stiamo aggiornando e sviluppando nuovi software CDAS per lo studio delle performance SD
- Abbiamo introdotto il calcolo dei bad periods e dell'exposure per la configurazione SD 433 dell'array

To do list (documentando i nuovi sviluppi e cambiamenti per il futuro della Collaborazione):

- Completare il calcolo dei bad periods per la parte di array con la nuova elettronica, tenendo conto delle fasi di deployment
- Ufficializzare il passaggio alla nuova ricostruzione
- Installare e rendere accessibile sul server a Lione il software Offline ed automatizzare i processi di ricostruzione comprendendo le informazioni di AugerPrime

Risultati sulle direzioni d'arrivo

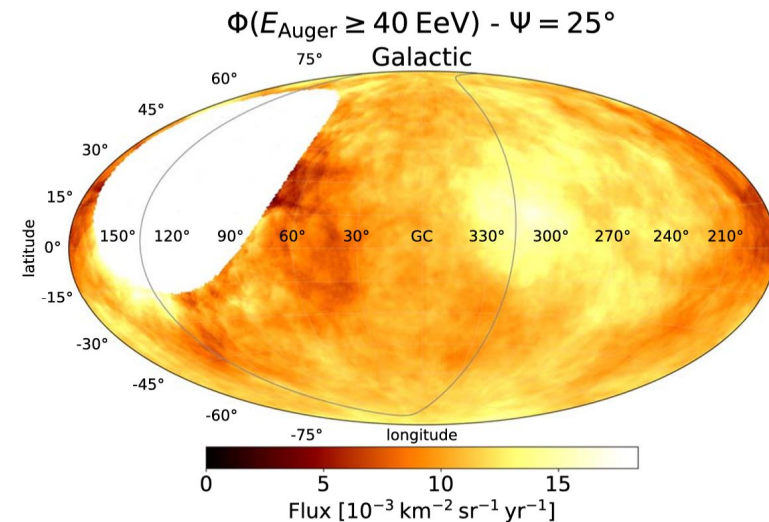
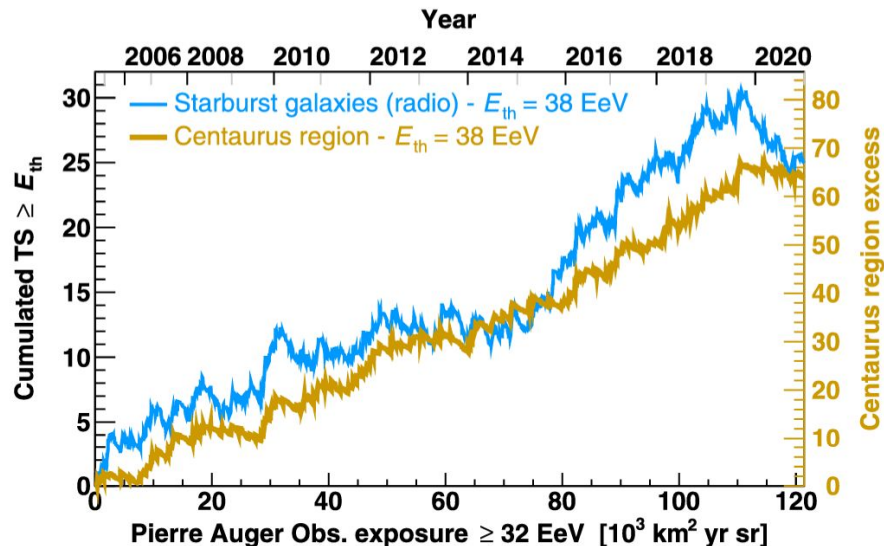
Arrival Directions of Cosmic Rays above 32 EeV from Phase One of the Pierre Auger Observatory

Publicato in ApJs - prima release di dati dal 2015 coordinato da Lorenzo Caccianiga (leader) e Claudio Galelli

Dati disponibili su zenodo: <https://zenodo.org/record/6759610> ad oggi 130 Downloads.

Due risultati (SBG e Centaurus Region) legati con post-trial significance oltre 4σ

I 100 eventi di più alta energia sono stati rilasciati e descritti nel dettaglio in un paper dedicato (**A Catalog of the Highest-Energy Cosmic Rays recorded during Phase I of Operation of the Pierre Auger Observatory** *Astrophys. J. Suppl. S. 264 (2023) 50*)



Tra fine 2023 e inizio 2024 concluderemo anche un paper sulle large-scale con i dati di Phase One, sempre su ApJ

Risultati sulle direzioni d'arrivo - Joint WG con Telescope Array

Telescope Array è il rivelatore di UHECR attivo nell'emisfero nord (Utah, USA).

Lorenzo Caccianiga e Federico Mariani sono membri e LC è speaker designato per ICRC 2023 del WG Auger-TA

Potenzialità della collaborazione: **full-sky coverage** che garantisce migliore dettaglio nello studio delle anisotropie a larga scala (misure di dipolo senza assunzioni sui multipoli più alti) e più dati per quelle a piccola scala

Confermato dipolo e assenza di multipoli superiori significativi.

Incremento della significatività della correlazione con le starburst (4.6σ)

-> paper previsto per il prossimo anno coi dati Phase1

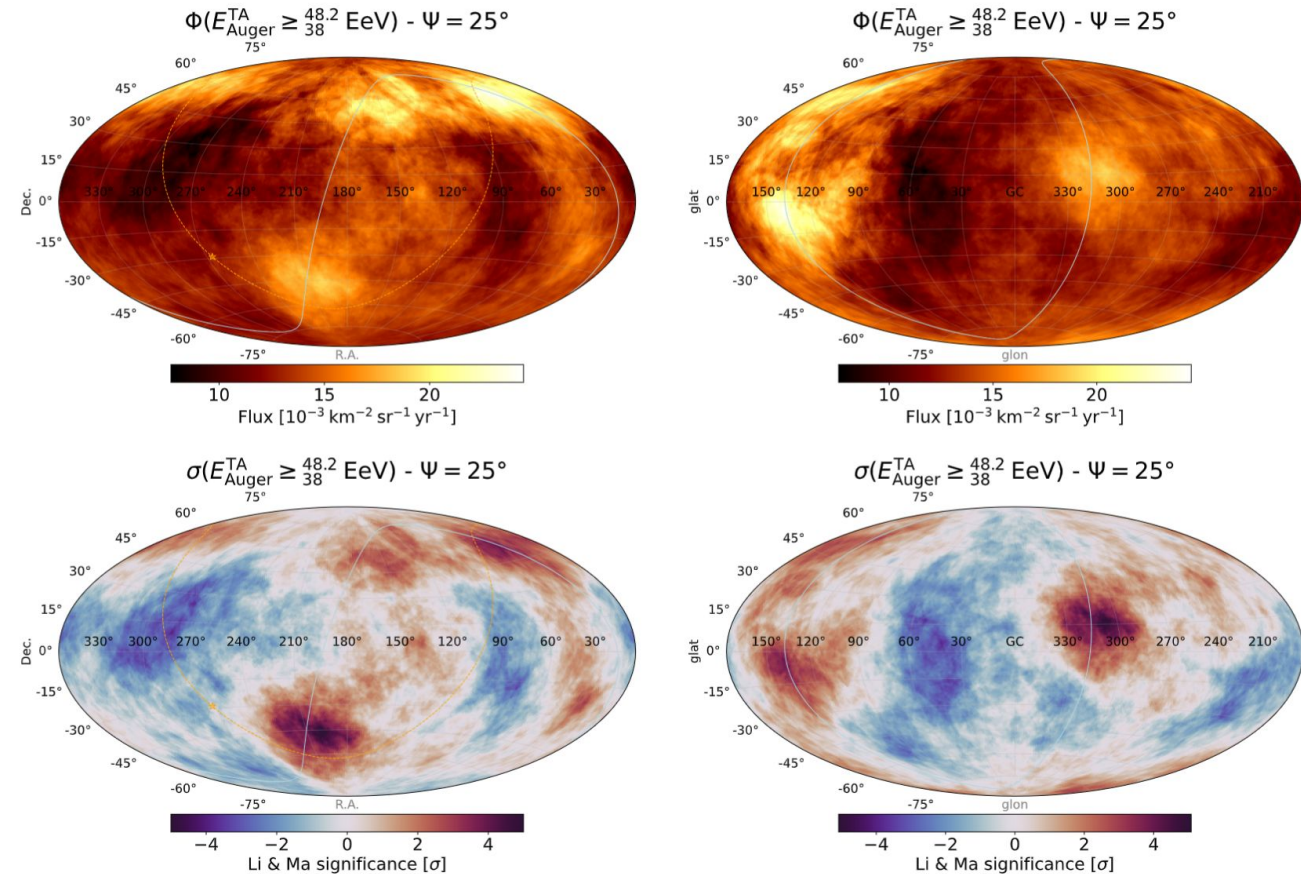
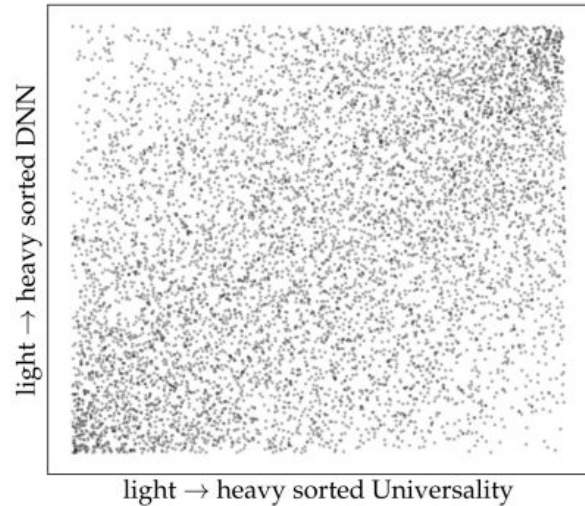


Figure 6: Flux map (top row) and Li-Ma significance map (bottom row) at energies $E_{Auger}^{TA} \geq 48.2 \text{ EeV}$ with a top-hat smoothing radius $\Psi = 25^\circ$ in Equatorial (left) and Galactic (right) coordinates. The supergalactic plane is shown as a grey line. In the left plot, the orange line represents the Galactic plane and the starburst correlation.

MEAD - Mass estimators for arrival directions



Finora nessuno studio è stato fatto usando la **massa degli eventi evento-per-evento**.

Assegnare una **massa esplicita è impossibile MA** si può selezionare una **frazione “leggera”** degli eventi di alta energia, usando gli **stimatori di massa SD** (Universality, DNN, ...) per avere sufficiente statistica

Da un conto rapido che abbiamo fatto a Milano, se il segnale del centauro è reale e dovuto a eventi più leggeri (bkg pesante) basterebbe rimuovere il ~20% più pesante per arrivare a 5σ

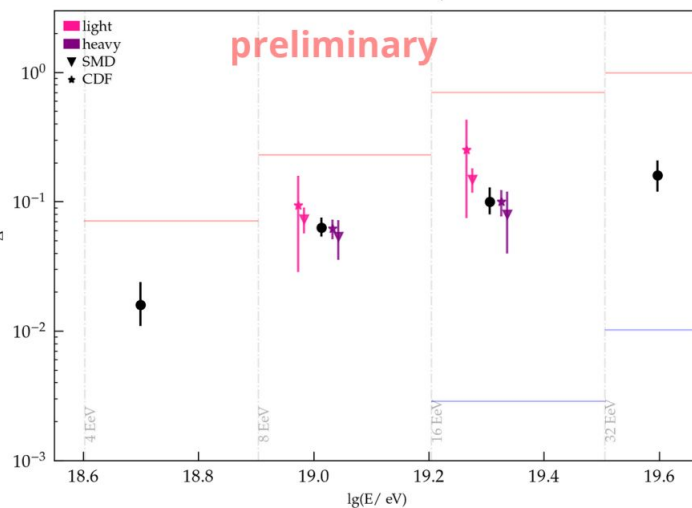
Approcci differenti per analisi large-scale e small/intermediate

-> bisogna definire su simulazioni una strategia di analisi che sia il più robusta possibile contro le sistematiche di questi estimatori

questo richiede una **collaborazione stretta tra esperti di mass estimator e esperti di arrival direction**

-> **Max Stadelmaier** a Milano da ottobre 2023

-> **Workshop specifici** (1-2 giorni in occasione di meeting di collaborazione per risparmiare spese di viaggio)



Risultati sulle direzioni d'arrivo - neutroni

Ricerca di sorgenti Galattiche di UHECRs, considerando che i raggi cosmici carichi possano interagire nelle immediate vicinanze della loro sorgente e produrre neutroni, che “puntano” direttamente alla loro sorgente

- update di *ApJ* 760 (2012) 148 (*blind search*) e *ApJL* 789 (2014) L34 (*targeted search*)
 - I risultati della targeted saranno presentati ad ICRC 2023 il mese prossimo ed il paper è in preparazione
 - 3 dataset studiati fino a 45° di declinazione: vertical main array, **inclined** ed **infill** (~4M di eventi totali)
 - 12 target set studiati: per la prima volta inclusa la **Crab Nebula** in questo tipo di analisi, target set dedicato per le **sorgenti PeV-gamma ray LHAASO, Centro Galattico**
 - Nuovo metodo di ricerca: ad ogni evento è associato un peso che misura la probabilità che sia associato a ciascuna sorgente
 - tutti gli eventi sono considerati per ciascuna sorgente evitando l'hard cut di definire una risoluzione angolare da associare ai target

| Class | No. |
|--------------------|-----|
| msec PSRs | 283 |
| γ -ray PSRs | 261 |
| LMXB | 102 |
| HMXB | 60 |
| H.E.S.S. PWN | 28 |
| H.E.S.S. other | 45 |
| H.E.S.S. UNID | 56 |
| Microquasars | 15 |
| Magnetars | 27 |
| LHAASO | 9 |
| Crab | 1 |
| Gal. Center | 1 |

The Pierre Auger Observatory - Gruppo di Milano

- **Lorenzo Caccianiga** è Task leader per le Arrival Directions
- **Federico Mariani e Lorenzo Caccianiga** sono i responsabili per la produzione dei dati al centro di calcolo di Lione
- **Federico Mariani e Lorenzo Caccianiga** sono i responsabili del commissioning del calcolo dell'exposure e dei Bad periods per Auger Prime
- **Lorenzo Apollonio**: shift di presa dati FD a Lecce a maggio 2023
- **Gianni Consolati** ha effettuato uno shift SD (remoto)
- Da luglio 2022 si sono laureati con noi 4 laureandi triennali e 1 magistrale + 2 triennali e 1 magistrale in corso
- **Claudio Galelli** si è dottorato a febbraio 2023
- **Max Stadelmaier** post-doc a partire da ottobre 2023, avendo vinto una borsa DAAD Prime (aveva vinto anche borsa INFN per stranieri ed è risultato *fundable but not funded* per una MSCA)







Anagrafica 2024

| Nome | Afferenza | FTE |
|---------------------------|-----------------|------|
| Lorenzo Caccianiga | INFN | 70% |
| Lino Miramonti | Unimi | 70% |
| Giovanni Consolati | Polimi | 70% |
| Federico Mariani | Unimi (PhD) | 100% |
| Lorenzo Apollonio | Unimi (PhD) | 100% |
| Francesco Cavaliere | Unimi (Tecnico) | 40% |

Ovviamente non è stato possibile aggiungere Stadelmaier in quanto non associabile fino all'arrivo, anche se sarà operativo al 100% su Auger (70% a Milano, 30% KIT)

The Pierre Auger Observatory - Gruppo di Milano

Richieste economiche 2024:

| Capitolo | Descrizione | Parziali (k€) | | Rimuovi | Modifica | Totale (k€) | |
|---------------|---|---------------|------|---|---|-------------|----------|
| | | Richieste | SJ | | | Richieste | SJ |
| missioni | Lavoro per il commissioning del Central Data Acquisition System con Auger Prime a Malargue (1 persona) | 3.00 | 0.00 |  |  | 26 | 0 |
| | Partecipazione al meeting di Aprile (1 persona) | 3.00 | 0.00 |  |  | | |
| | Partecipazione a meeting della collaborazione italiana (3 pax) | 3.00 | 0.00 |  |  | | |
| | 2 persone per turno FD (attualmente Milano si trova in debito per 1.6 persone) | 8.00 | 0.00 |  |  | | |
| | 3 persone al meeting di collaborazione di Novembre + inaugurazione Auger Prime + incontro meeting per Mass Estimators with Arrival Directions | 9.00 | 0.00 |  |  | | |
| trasporti | trasporti sul sito per le missioni a Malargue | 2.00 | 0.00 |  |  | 2 | 0 |
| Totale | | | | | | 28 | 0 |