



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Laboratori Nazionali del Gran Sasso



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DELL'AQUILA



GRAN SASSO
SCIENCE INSTITUTE

Gruppo Auger GSGC

F. Salamida
Università dell'Aquila e INFN LNGS

Composizione e responsabilità

	Percentuale	Afferenza	Stato
Francesco Salamida	70%	UNIVAQ	Prof. Associato - Responsabile locale
Sergio Petrerà	100%	GSSI	Prof. Ordinario - Senior
Vincenzo Rizi	60%	UNIVAQ	Prof. Ordinario
Ivan De Mitri	60%	GSSI	Prof. Ordinario
Denise Boncioli	70%	UNIVAQ	RTD/B
Felicia Barbato	60%	GSSI	RTD/A
Massimo Mastrodicasa	100%	UNIVAQ	Dottorando
Caterina Trimarelli	100%	UNIVAQ	Dottorando

Totale FTE 5.2 (**6.2 considerando i Senior**)

Responsabilità

1. Leadership Cosmic Ray Phenomenology task Auger: **D. Boncioli**
2. Manutenzione Lidar Raman: **V. Rizi**
3. Fluorescence Detector Performance Coordinator: **F. Salamida**
4. Working Group congiunto sullo spettro UHECR Auger-TA: **F. Salamida**

Sommario delle attività AUGER GSGC

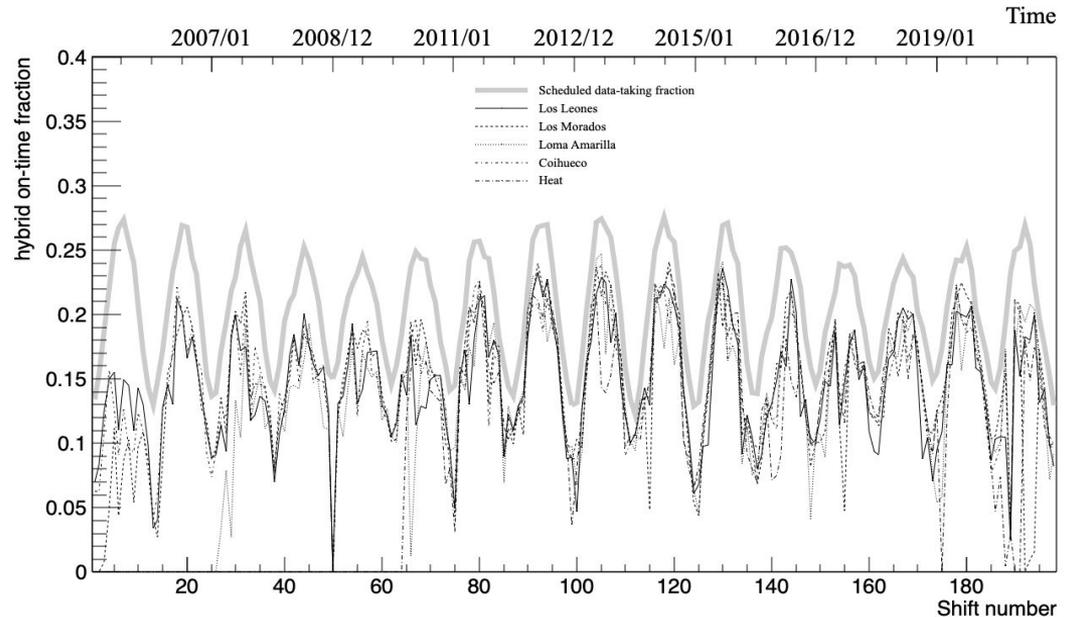
1. Performance del rivelatore ibrido
2. Attività di caratterizzazione atmosferica con il Lidar Raman
3. Misura dello spettro con gli eventi ibridi (detector di Fluorescenza + Superficie) ed orizzontali (detector di Superficie)
4. Sviluppo e mantenimento del codice SimProp per propagazione extragalattica di UHECRs
5. Analisi delle misure di spettro+composizione in termini di scenari astrofisici
6. Analisi delle misure di massa
7. Studio dei neutrini di alta energia ($E > 10^{17}$ eV) nel contesto della “multimessenger astronomy”:
 - a. sorgenti astrofisiche: **A. Condorelli ICRC 2021**
 - b. ricerca di neutrini con il rivelatore di fluorescenza: **M. Mastrodicasa ICRC 2021**
8. Studio dei limiti sulla rottura dell'invarianza di Lorentz con UHECRs: **C. Trimarelli ICRC 2021**
9. Installazione stanza turno remoto al GSSI

Performance del rivelatore Ibrido

In stretta collaborazione con il gruppo di Lecce

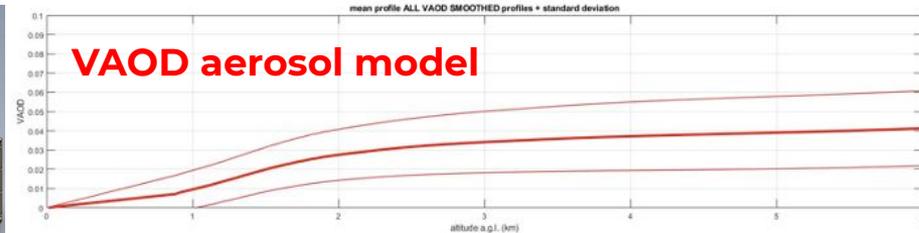
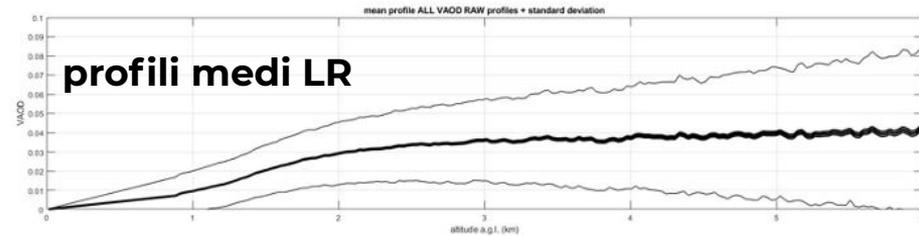
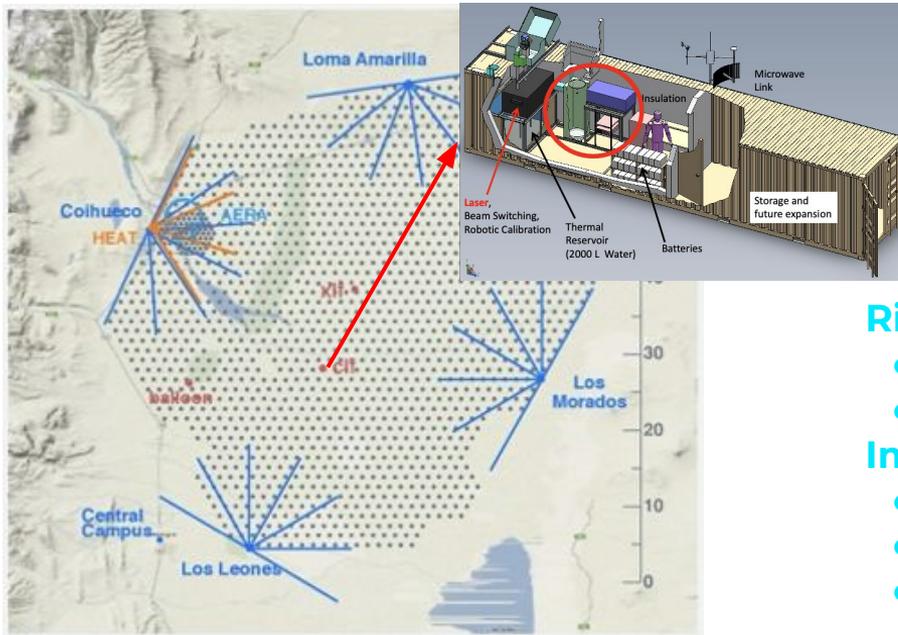
Ibrido: evento FD + almeno una stazione SD
Rivelatore FD ha un duty cycle del **15%** circa

- Qualità della presa dati
- Qualità dei dati acquisiti
- Coordinamento dei task di detector:
 - Atmospheric Conditions (Napoli)
 - Calibrations (Roma 2)
 - Monitoring
 - Long Term Performances
- Release dei dati:
 - Aggiornamento dei database necessari alla produzione dei dati



Caratterizzazione atmosferica

- Il Lidar Raman (LR) monitora l'atmosfera al di sopra del CLF e calcola i profili VAOD
- Installato presso il CLF dal gruppo dell'Aquila (V.Rizi) che si occupa della manutenzione (ottiche, elettronica, laser) e della presa dati



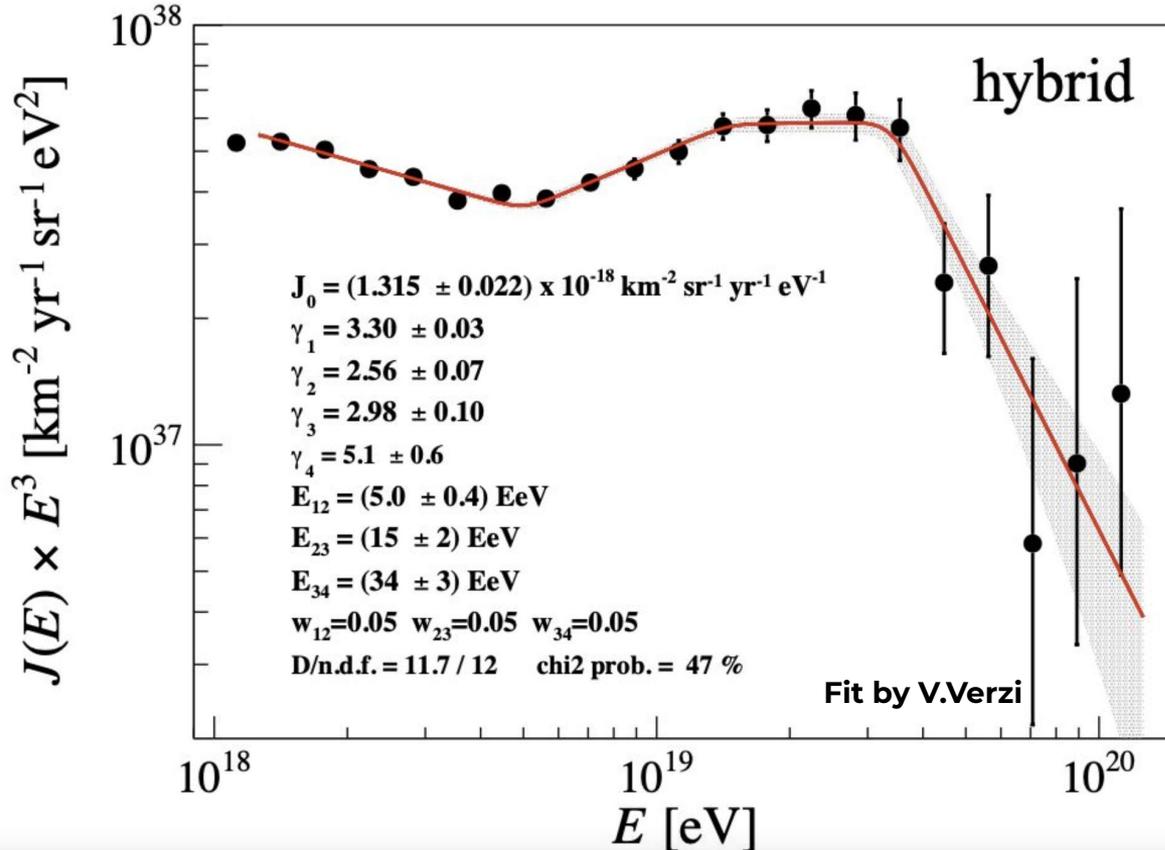
Risultati:

- Profili Aerosol per confronto con CLF
- Confronto con i modelli

Impegni futuri:

- Maintenance
- Sostituzione Laser
- Database VAOD LR

Misura dello Spettro Ibrido

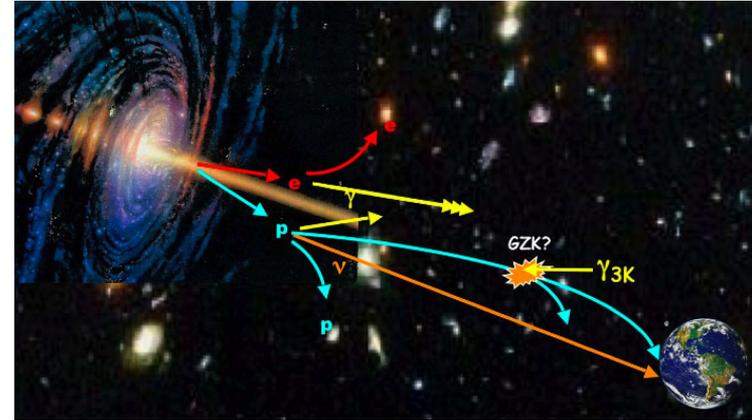
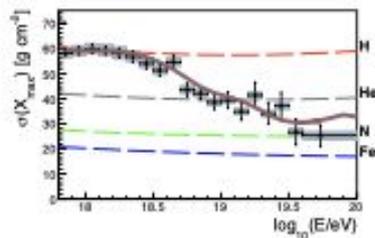
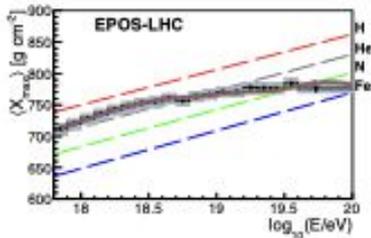
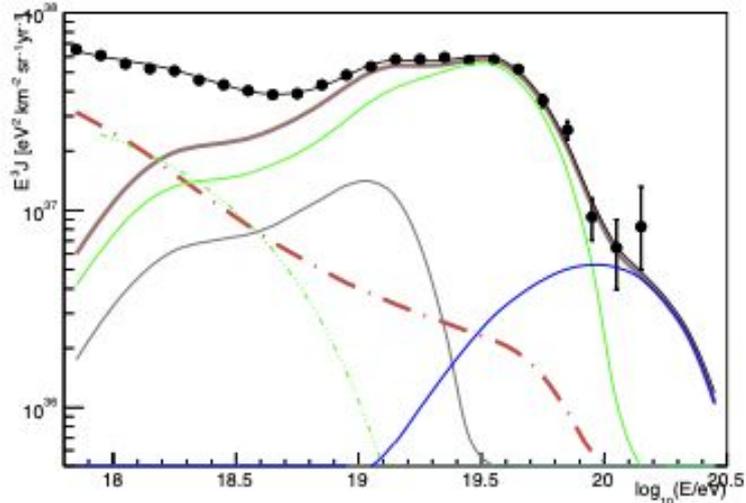


- Misura calorimetrica dell'energia degli sciami
- Calcolo dell'esposizione basata sul MC (demanding dal punto di vista computazionale)

La misura dello spettro ibrido è completamente affidata all'Italia (gruppo dell'Aquila e di Lecce)

Al momento stiamo producendo le simulazioni (CNAF) per poter aggiornare lo spettro (2007-2019 Auger Fase I) e produrre una pubblicazione

Fit combinato: spettro/massa



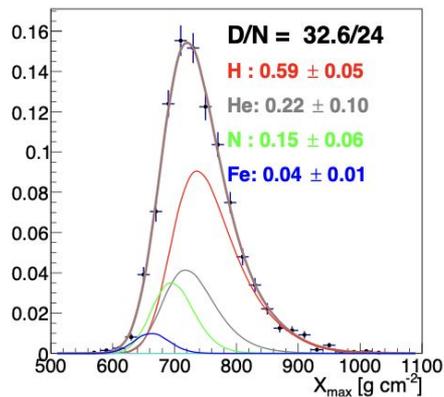
- Fit simultaneo di misure di massa e spettro permette di determinare le caratteristiche spettrale alle sorgenti
- Utilizzo di SimProp per la propagazione dei raggi cosmici in ambiente extragalattico
- Pubblicato in JCAP 04 (2017) 038

WORK IN PROGRESS

- Estensione a basse energie del fit combinato (in collaborazione con il gruppo di Torino)

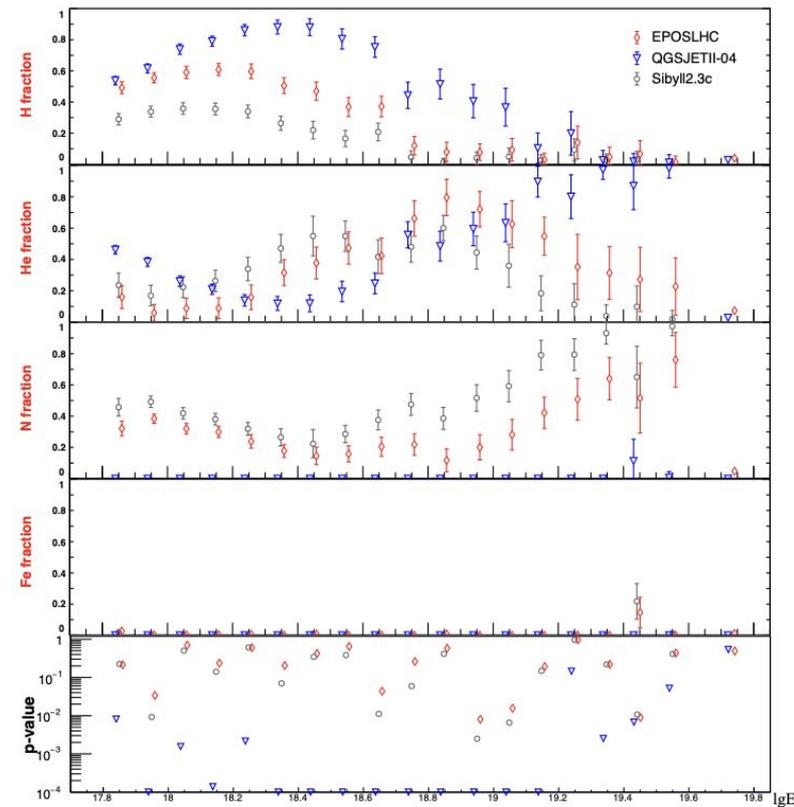
Analisi delle misure di massa

- Fit delle distribuzioni di X_{\max} per ottenere le frazioni di massa al top dell'atmosfera
- proton fraction alle energie più alte (CR astronomy)
- Nessun modello astrofisico ed energie indipendenti
- Il codice sviluppato all'Aquila è uno dei diversi codici/approcci disponibili nella Collaborazione e consiste di 2 parti:
 - Log-likelihood fit che utilizza minuit per ricavare le frazioni
 - Bootstrap method, per la stima degli errori e della bontà del fit



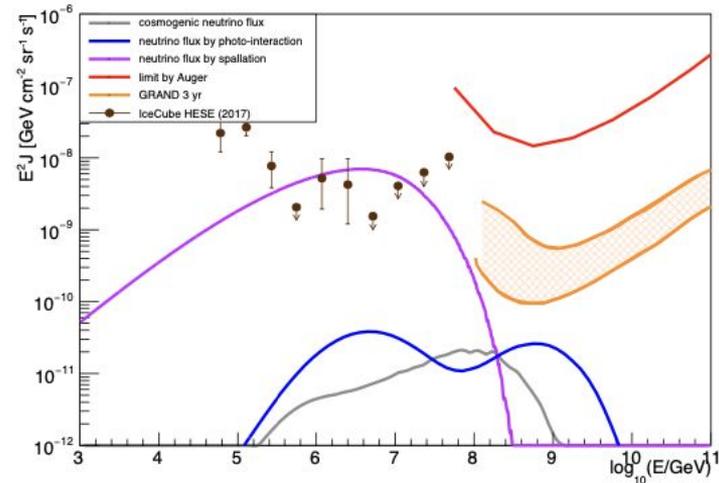
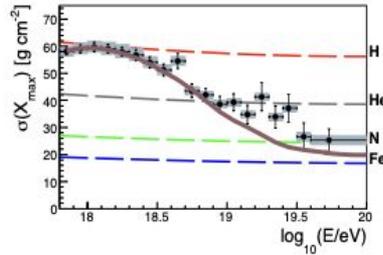
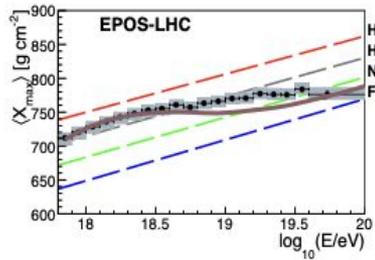
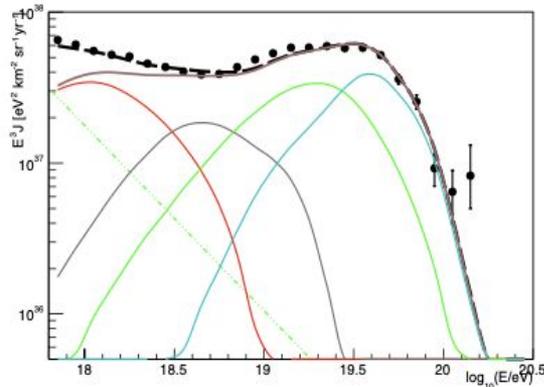
WORK IN PROGRESS

- Confronto con gli altri codici
- inclusione degli errori sistemati nel fit
- rimozione dell'indipendenza dei bin di energia



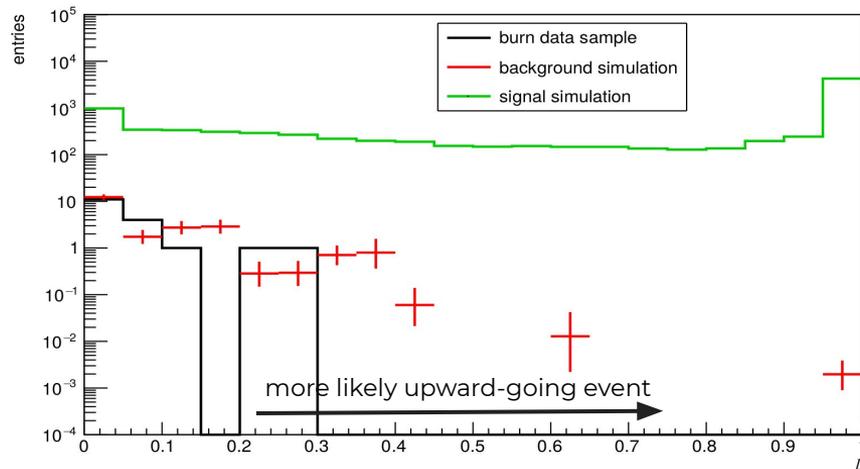
Multimessenger Astronomy: sorgenti astrofisiche

- Modello di sorgente + propagazione
 - interazione di raggi cosmici in sorgenti e nello spazio extragalattico
 - produzione di neutrini da interazioni adroniche e foto-adroniche (modifiche a SimProp)
- contributo orale a ICRC 2021 da A. Condorelli

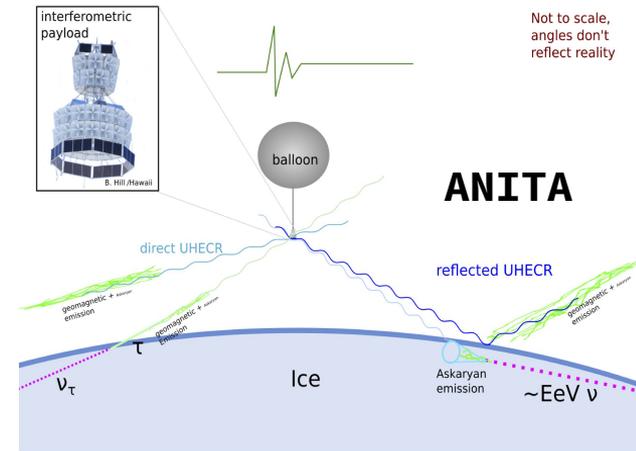


Multimessenger Astronomy: ricerca di eventi neutrino-like

- L'esperimento ANITA ha rivelato 2 eventi consistenti con sciami provenienti dal basso (PRL 117 (2016) 071101)
- Il rivelatore di Fluorescenza di Auger è sensibile a questo tipo di eventi
- È stata fatta una analisi "blinded" usando il 10% dei dati FD



- Il gruppo dell'Aquila si è in particolare occupato della simulazione degli eventi (down-going e upgoing), del calcolo dell'esposizione e del fondo (M. Mastrodicasa contributo orale a ICRC)
- Paper in preparazione: confronto con ANITA



- Il numero di eventi attesi di background è $nbkg = 0.45 \pm 0.18$. Dopo l'unblinding è stato osservato un evento ed è stato derivato un limite integrale sul flussodi tali eventi:
 - $3.6 \times 10^{-20} \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ s}^{-1}$ exposure pesata con E^{-1}
 - $8.5 \times 10^{-20} \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ s}^{-1}$ exposure pesata con E^{-2}

Fundamental Physics: LIV

Limiti su LIV utilizzando il contenuto di muoni negli sciame atmosferici estesi (basato su Auger PRL 126, 152002 (2021))

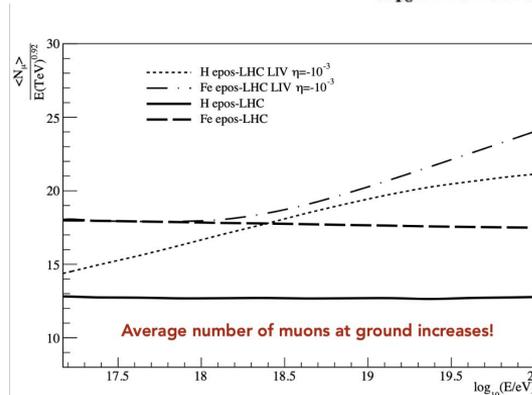
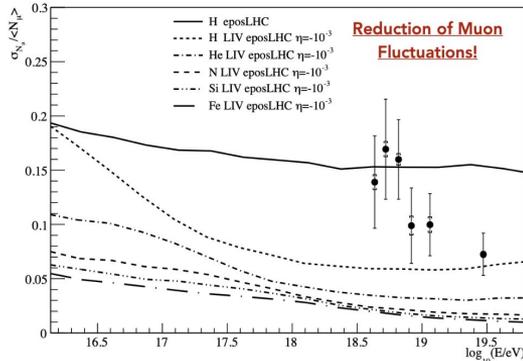
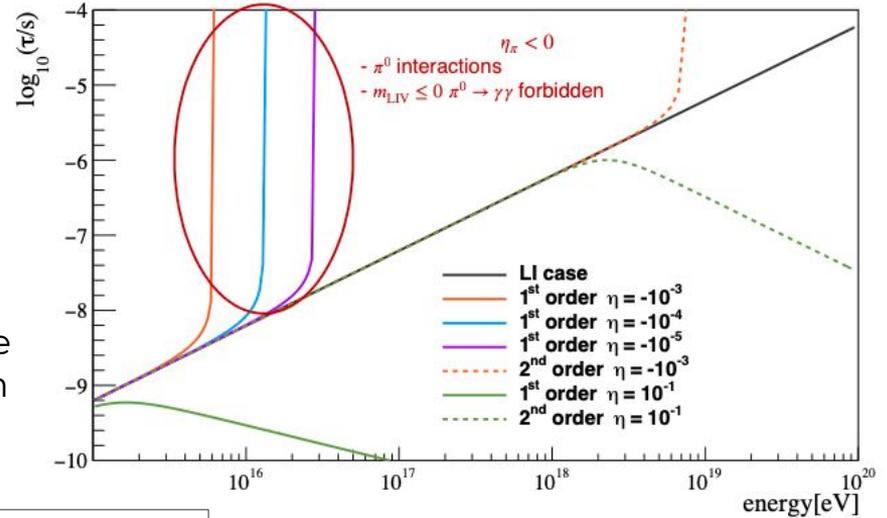
Modified dispersion relation

$$E^2 - p^2 = m^2 + \sum_{n=0}^N \eta^{(n)} \frac{p^{n+2}}{M_{pl}^n}$$

m_{LIV}^2

$$\tau = \frac{E}{m_{LIV}} \tau_0$$

Utilizzando simulazioni degli sciame è possibile quantificare le fluttuazioni dei muoni attese in funzione dell'intensità delle violazione



- Abbiamo utilizzato per la prima volta le misure dei muoni per LIV
- I limiti trovati sono più stringenti dei precedenti in letteratura
- contributo orale a ICRC by C. Trimarelli
- A breve l'inizio della fase di scrittura di un articolo Auger

Stanza turno remoto FD

Situazione FD shift 2021

Dates	People in Shift		Suggested Shifters Number
	Local	Remote	
From first day evening to last day morning			#
Jan 06th - Jan 22nd (FULL) (COVID Lockdown)		J. Glombitza (DE: Aachen), Aachen 2 (DE), L. Zehrer (SL: Nova Gorica), J.P. Lundquist (SL: Nova Gorica)	4
Feb 05th - Feb 21st (FULL) (COVID Lockdown)		L. Perrone (IT: Lecce), Lecce 2 (IT), T. Fitoussi (DE: KIT), M. Schimassek (DE: KIT)	4
Mar 05th - Mar 23rd (FULL) (COVID Lockdown)		L. Deval (DE: KIT), K. Bismark (DE: KIT), N. Borodai (PL: Krakow), D. Gora (PL: Krakow), P. Assis (PT: LIP), Shifter 2 (PT: LIP)	6
Apr 03rd - Apr 22nd (FULL) (COVID Lockdown)		G. Isar (RO: ISS-Bucharest), D. Hirnea (RO: ISS-Bucharest), B. Dawson (AU), J. Bellido (AU), J. Rautenberg (DE:Wuppertal), E. Mayotte (DE:Wuppertal)	6
May 02nd - May 21st (FULL) (COVID Lockdown)	M. Cerda (Obs. Staff), J. Rodriguez (Obs. Staff), M. Del Rio (Obs. Staff), equiv. 2.5 shifters	Team KIT equiv. 3.5 shifters	6
May 31st - Jun 19th (FULL) (COVID Lockdown)		Adelaide 1 (AU), Adelaide 2(AU), R. Mussa (IT: Torino), F. Mariani (IT: Torino), O. Zapparrata (BE: UL Brussels), I. Maris (BE: UL Brussels)	6
Jun 29th - Jul 19th (FULL) (COVID Lockdown)		M. Büsken (DE: KIT), B. Keilhauer (DE: KIT), Lecce 1 (IT), C. Bleve in Lecce (FR: Grenoble), M. Suarez Duran (BE: UL Brussels), N. Gonzalez (BE: UL Brussels)	6
Jul 29th - Aug 16th (FULL) (COVID Lockdown)	J. Rodriguez (Obs. Staff), M. Del Rio (Obs. Staff)	E.E. Perreira Martins (DE: KIT), F. Knapp (DE: KIT) + 2 shifters equivalent by teams from BsAs, Puebla, KIT, Wuppertal, Brussels, Krakow, Lisboa	6
Aug 27th - Sep 14th (FULL) (COVID Lockdown)		P. Travnicek (CZ: FZU), A. Bakalova (CZ: FZU), P. Tobiska (CZ: FZU), M. Majercakova(CZ: FZU), M. Havelka (CZ: FZU), K. Syrokvaz (CZ: FZU)	6
Sep 26th - Oct 12th (FULL)		P. Ruehl (DE: Siegen), J. Rautenberg (DE: Wuppertal), D. Gora (PL: Krakow), shifter 2 (PL: Krakow)	4
Oct 26th - Nov 10th (FULL)	A. Pacek (AR: ITeDA), H. Tettamanti (AR: ITeDA)	J. Glombitza (DE: Aachen), Aachen 2 (DE: Aachen)	4
Nov 25th - Dec 09th (FULL)	I. Caracas (DE: Wuppertal), S. Sehgal (DE: Wuppertal)	Grenoble 1 (FR), Naples 1 (IT) in Lecce	4
Dec 26th - Jan 10th 2022			4

- Causa COVID i turni FD possono essere solo remoti
- Lo staff locale copre (con fatica) le necessità sul sito
- A crisi finita si ritornerà ad avere una modalità mista con parte dei turnisti in remoto e parte in locale
- In Italia le stazioni per i turni remoti sono solo 2: Lecce e Torino
- Una stanza di turno remoto all'Aquila può essere utile sia al gruppo locale che a quelli vicini (Roma, Napoli)
- La stanza verrà installata al GSSI (I. De Mitri)

Richieste finanziarie 2022

Capitolo	Descrizione	Parziale (k€)	Totale (k€)
MISSIONI	Partecipazione responsabile gruppo a incontro con referee e incontri istituzionali	2.00	
	Meeting europeo per working group neutrini FD (2 persone)	4.00	
	Partecipazione a conferenze Nazionali ed Internazionali (1 Naz 1 keuro + 1 Int. 2 keuro)	3.00	
	Meeting in Italia con il gruppo di Lecce su analisi Spettro Ibrido	1.00	
	Un turno di presa dati FD	4.00	
	Meeting di collaborazione a Malargüe (2 meeting 4 persone per meeting)	24.00	
	Manutenzione Lidar Raman a Malargüe (1 persona)	4.00	42.00
CONSUMO	Materiale ottico (filtri, beam splitter) per il Lidar Raman	3.00	3.00
TRASPORTI	Trasporti sul sito per manutenzione Lidar Raman	1.50	
	Trasporti presso l'Osservatorio per meeting	2.00	
	Trasporti sul sito per meeting	1.50	5.00
INVENTARIO	Hardware per installazione di una stanza di turno remoto presso il GSSI	6.00	6.00

Grazie per l'attenzione