

# AMS Virgo ET

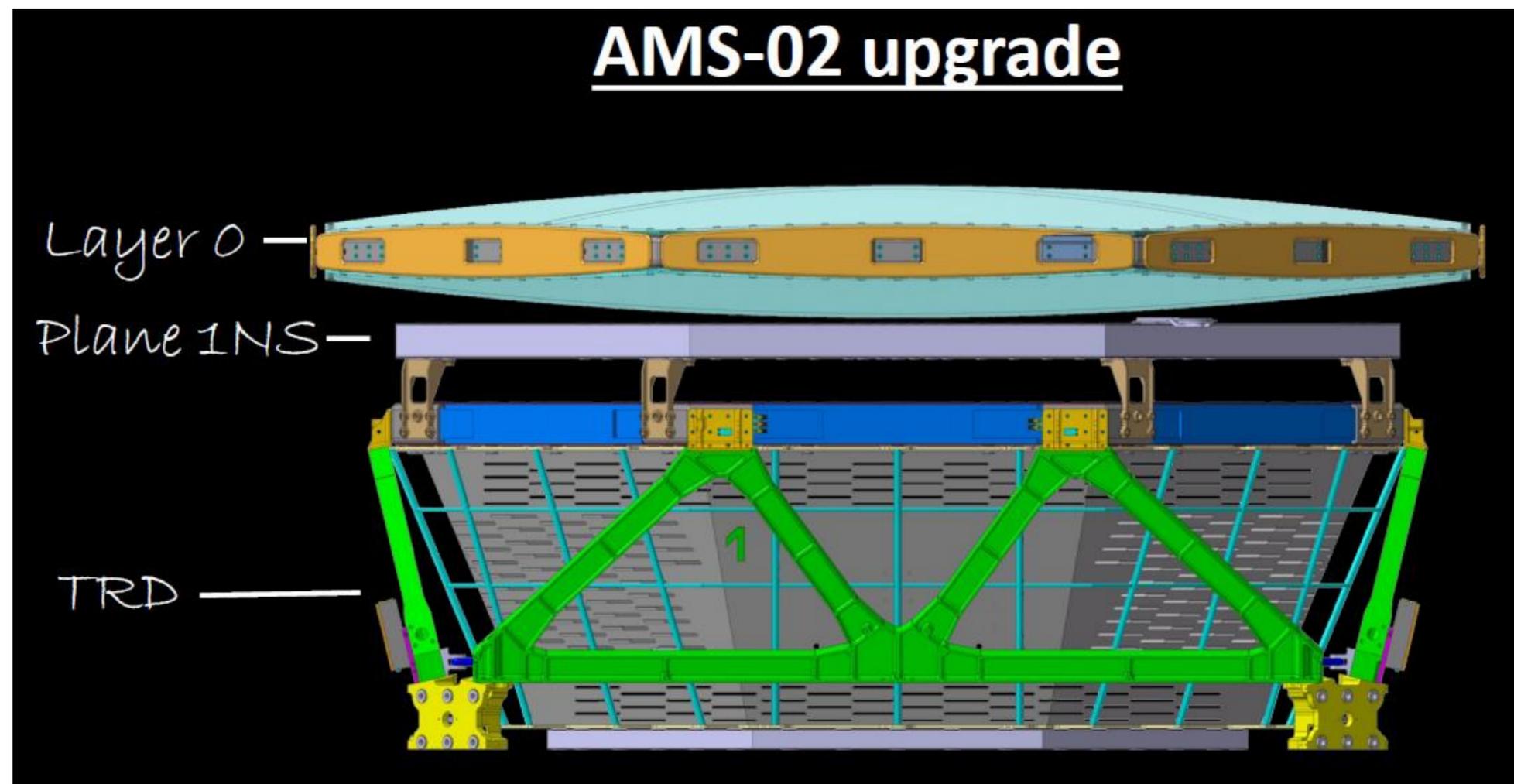


- Sezioni coinvolte:  
**Bologna, Milano Bicocca, Perugia, Pisa, Roma 1, Roma 2, Trento**
- Responsabile Nazionale:  
**Alberto Oliva (Bologna)**
- Responsabile Locale:  
**Massimo Gervasi**



- AMS-02, installato sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS), è in **presa dati** ininterrottamente da **Maggio 2011**;
- Nel 2019-20 attraverso una serie di 4 EVA è stato sostituito il sistema di termalizzazione del Tracker per obsolescenza delle pompe. I vari sotto-rivelatori continuano ad essere pienamente operativi;
- È previsto che AMS-02 rimanga in funzione per **tutta la durata della ISS (~ 2030)**.

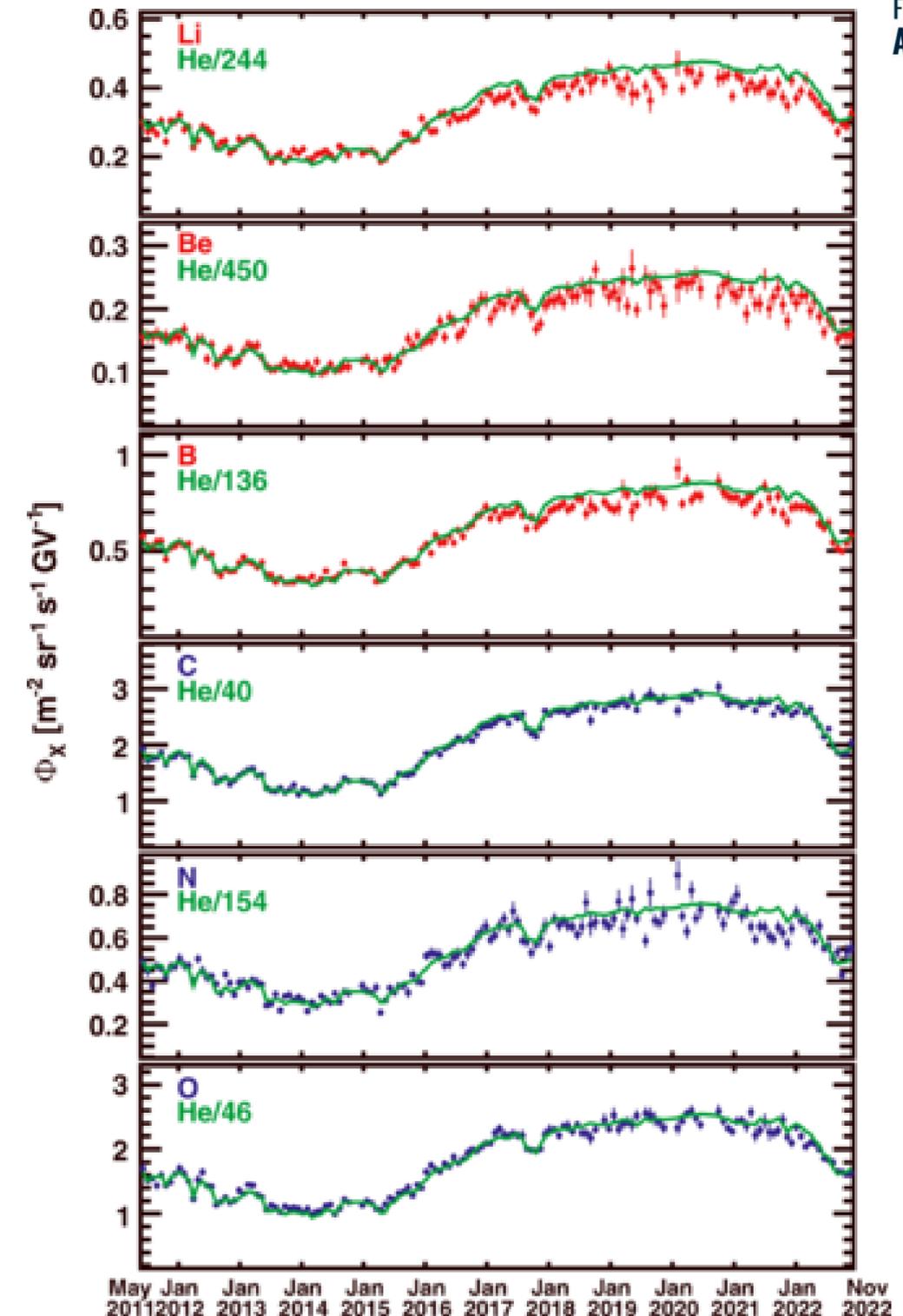
- Si sta realizzando **un nuovo piano del tracciatore** ( $L_0$ ) che sarà aggiunto e posizionato in cima al rivelatore, consentendo di **triplicare l'accettanza geometrica**. L'installazione di  $L_0$  è prevista nei primi mesi del **2026**;



- Pubblicazioni collaborazione ultimo anno.

**1) Solar Modulation of Cosmic Nuclei over a Solar Cycle: Results from the Alpha Magnetic Spectrometer** - Phys. Rev. Lett. 134, 051001 – Published 3 February, 2025 - DOI: 10.1103/PhysRevLett.134.051001

Modulazione solare di ioni, si mostra in maniera model independent che il processo di modulazione è lo stesso per tutti gli ioni e che le differenze sono legate alle forme spettrali fuori l'eliosfera

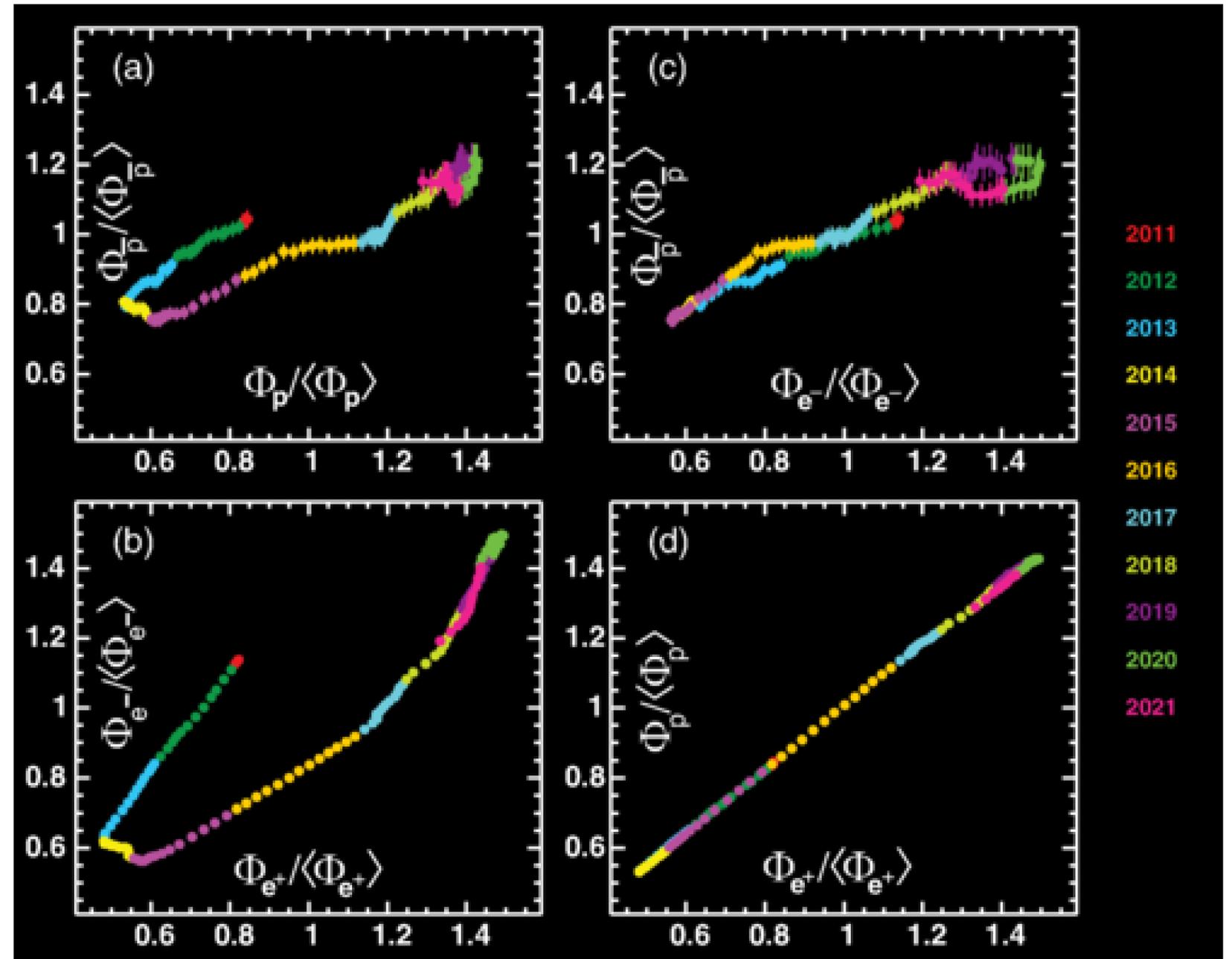


- Pubblicazioni collaborazione ultimo anno.

**2) Antiprotons and Elementary Particles over a Solar Cycle: Results from the Alpha Magnetic Spectrometer** - Phys. Rev. Lett. 134, 051002 – Published 3 February, 2025 - DOI: 10.1103/PhysRevLett.134.051002

Featured in physics – editor's suggestion – physics viewpoint

Misura della variazione temporale del flusso di antiprotoni, positroni ed elettroni su un ciclo solare.

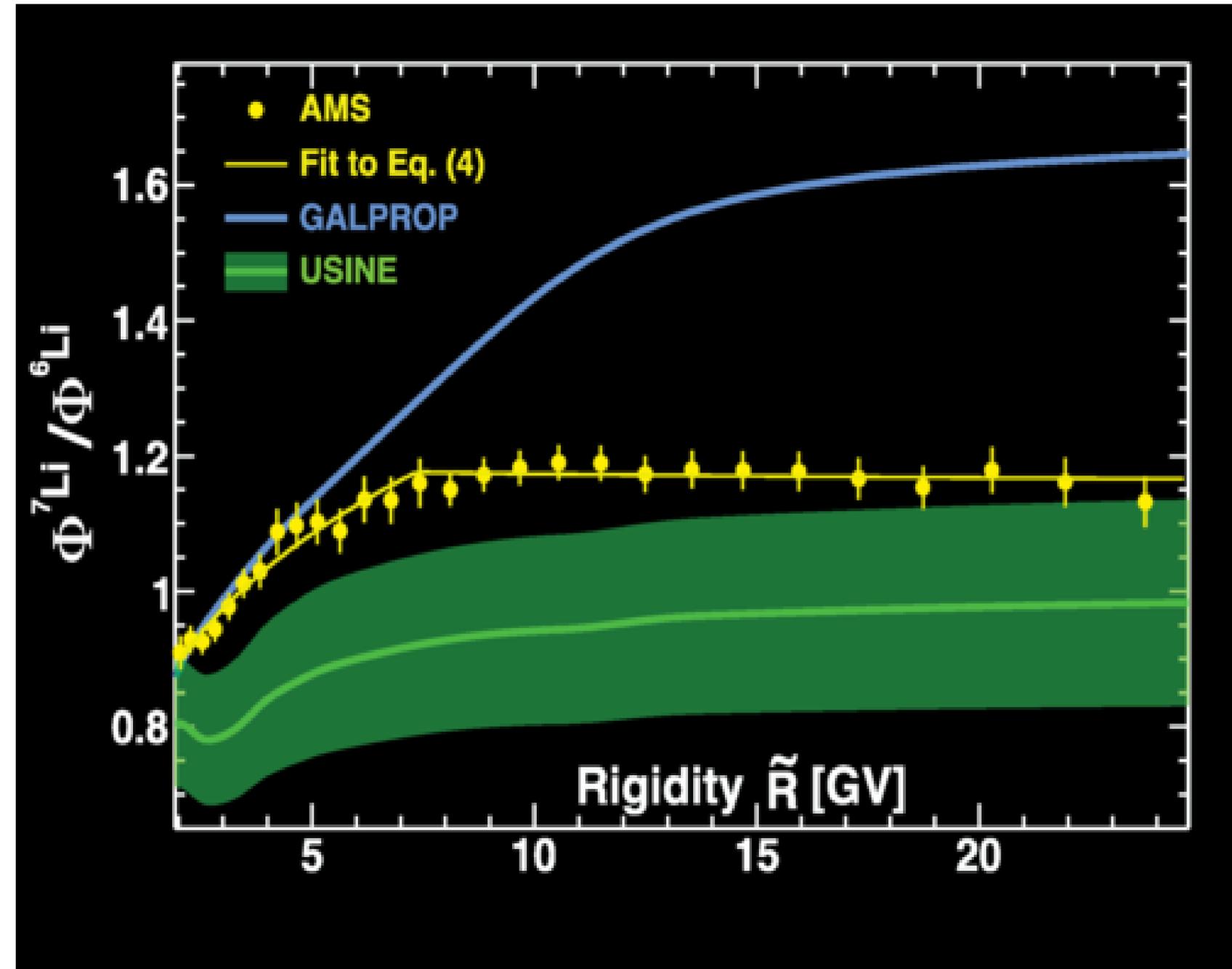


- Pubblicazioni collaborazione ultimo anno.

**3) Properties of Cosmic Lithium Isotopes Measured by the Alpha Magnetic Spectrometer** - Phys. Rev. Lett. 134, 201001 – Published 20 May, 2025 – DOI : 10.1103/PhysRevLett.134.201001

Featured in physics – editor's suggestion

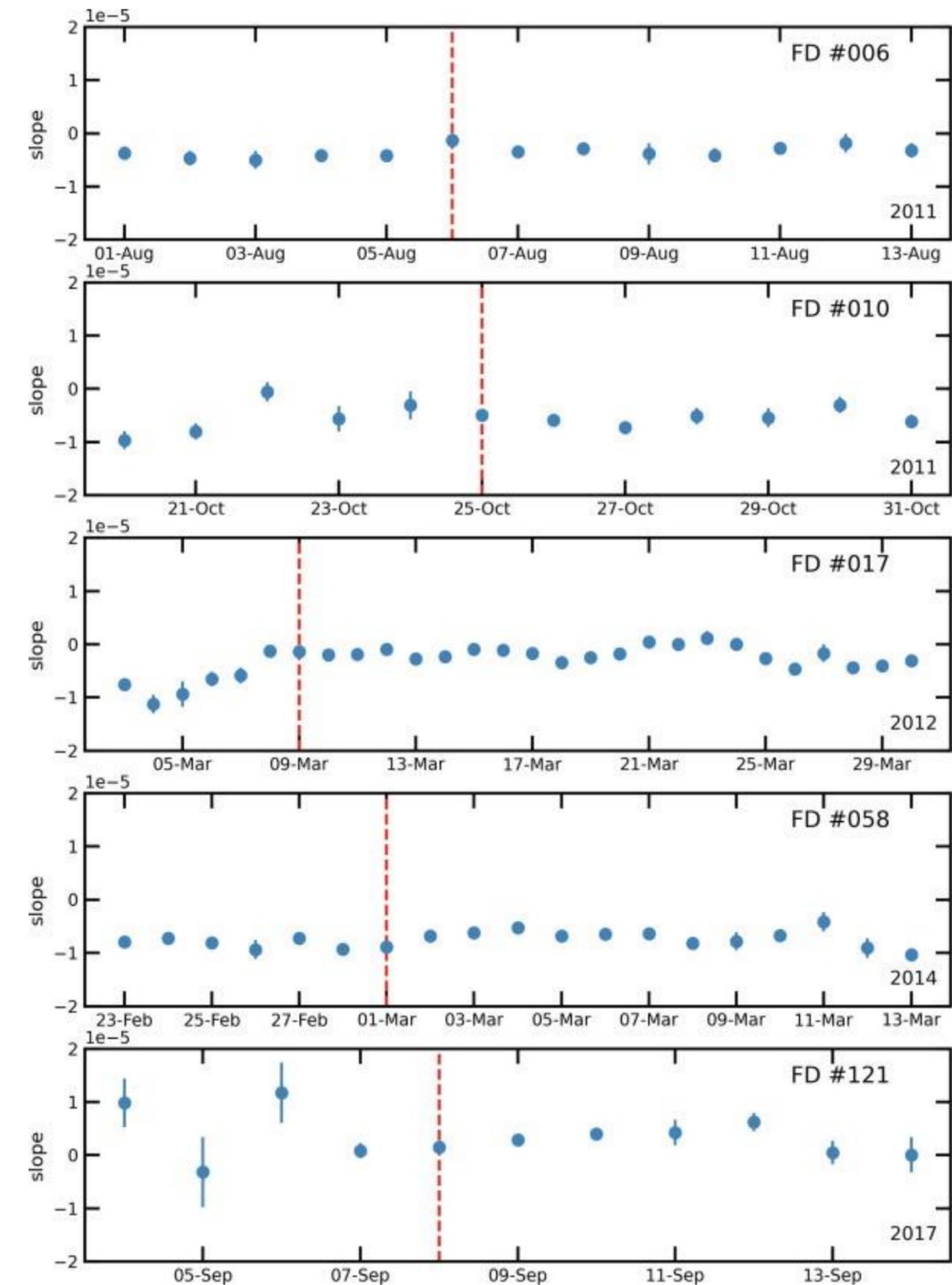
Misura di alta precisione del rapporto isotopico di litio che si pone in uno scenario intermedio tra quelli previsti dai modelli.



- Pubblicazioni gruppo MiB ultimo anno.

**General properties of charged particle diffusion in heliosphere inferred from Forbush decreases.** – Advances in Space Research (2025) - DOI: 10.1016/j.asr.2025.04.053

Individuata una quantità diffusiva locale che non si modifica durante una tempesta solare, aprendo la strada a usare eventi solari come laboratori per test di modulazione solare estendibili a tutta l'eliosfera

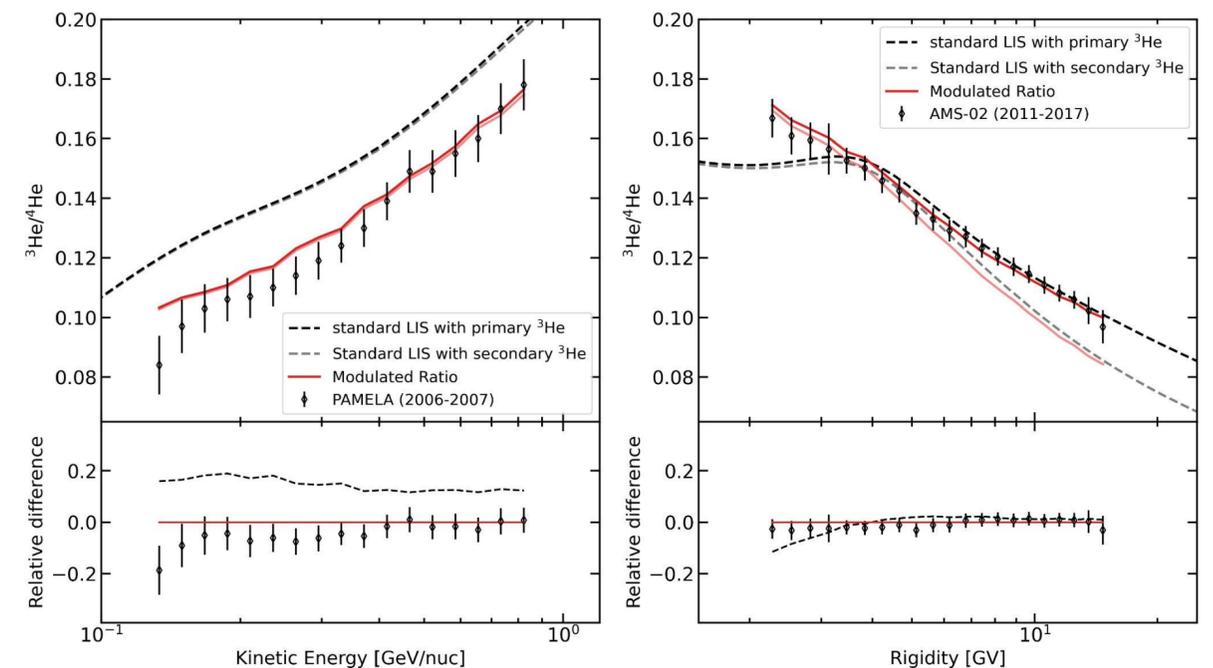
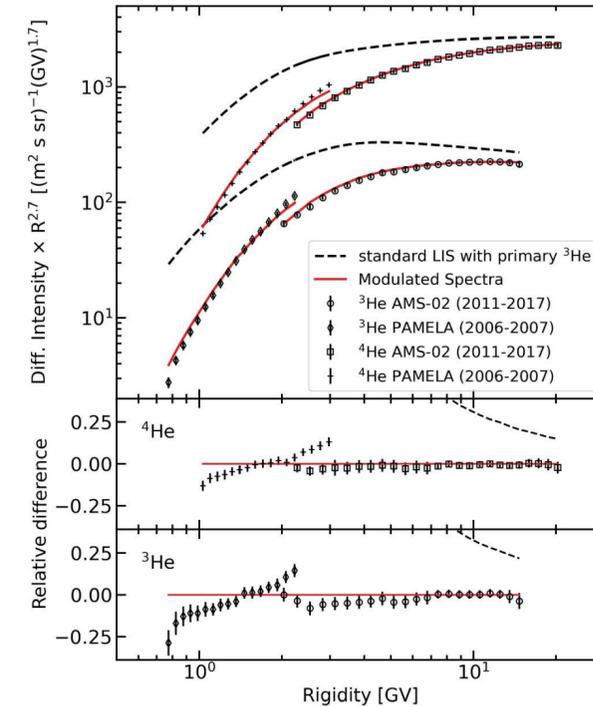


- Pubblicazioni gruppo MiB ultimo anno.

**Spectra of He Isotopes and the  $^3\text{He}/^4\text{He}$  Ratio. – *ApJ* 981**

85 - DOI: 10.3847/1538-4357/adb288

Individuato un possibile segnale di componente primaria di He-3 nello spettro di AMS



Obiettivi della collaborazione fino a fine 2026:

- Continuare l'**analisi** dati focalizzando i seguenti argomenti:
  - Flusso dei **nuclei pesanti**: P, Cl, Ar, K, Ca, Ni
  - Studio degli **isotopi**: Be, N
- Realizzazione del **piano L<sub>0</sub>** del tracciatore:
  - consegna dell'hardware alla NASA entro fine 2025;
  - installazione (volo Dragon + EVA) in primavera 2026

(i tagli dell'amministrazione Trump per il momento non dovrebbero coinvolgere questa operazione)

Attività e obiettivi gruppo MIB per 2026:

## - Data Transfer:

- Master copy dei dati dal repository del CERN al CNAF;
- Ottimizzazione e Aggiornamento del SW di DT;
- Studio della piattaforma Rucio per implementazione nei prossimi anni;
- Integrazione dati di **posizione** e **attitudine** della ISS;

## - Analisi dei dati:

- attenzione alle **basse energie** e ai **Solar Energetic Particles**, agli effetti della **modulazione solare** ed all'interazione con la **magnetosfera** terrestre;
- Sviluppo e aggiornamento di **modelli** di propagazione dei raggi cosmici in eliosfera (**HelMod**) e nella magnetosfera (**GeoMagSphere**);
- **integrazione** nel nuovo modello **COSMICA** sviluppato con il PNRR
- **Interpretazione** degli spettri osservati attraverso l'analisi congiunta **Galprop/Helmod** e stima degli spettri interstellari.

- Richieste finanziarie MiB:

CAPITOLO	kEuro	Note
missioni	39.5	Shift al POCC + manutenzione DT (18); meeting di collaborazione e analisi (21.5)
consumo e altroconsumo	3.5	Spare parts per server data-transfer / metabolismo
trasporti/manutenzione/licenze	0	
servizi	20,5	Contratto CINECA per data transfer (15) e camionette CERN (5.5)
inventario	3	Postazioni di lavoro / macchine di calcolo
apparati	0	

- Richieste di risorse di sezione: NO

# Anagrafica MiB

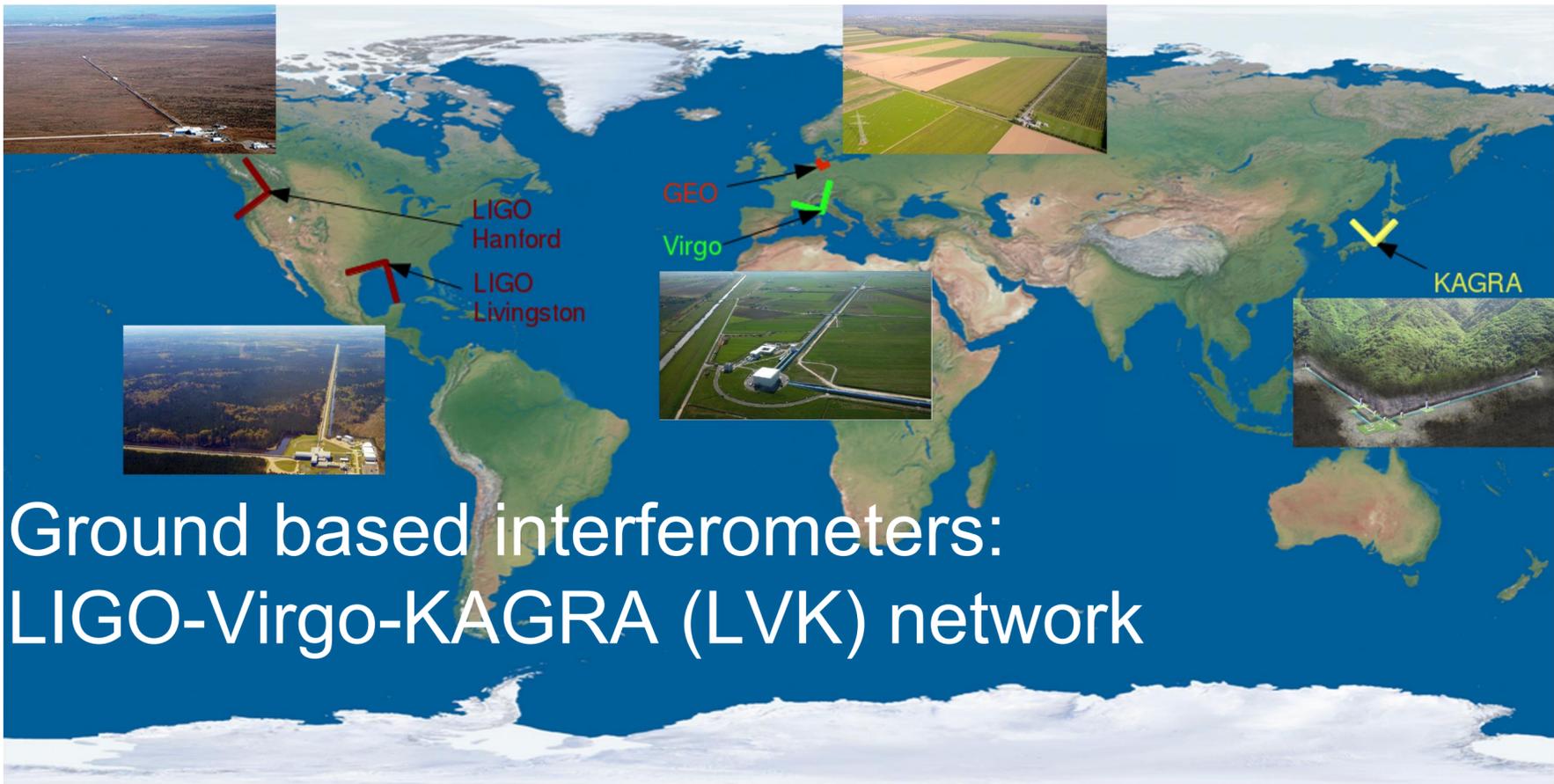
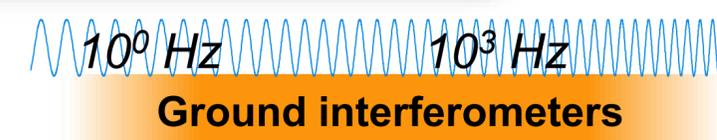
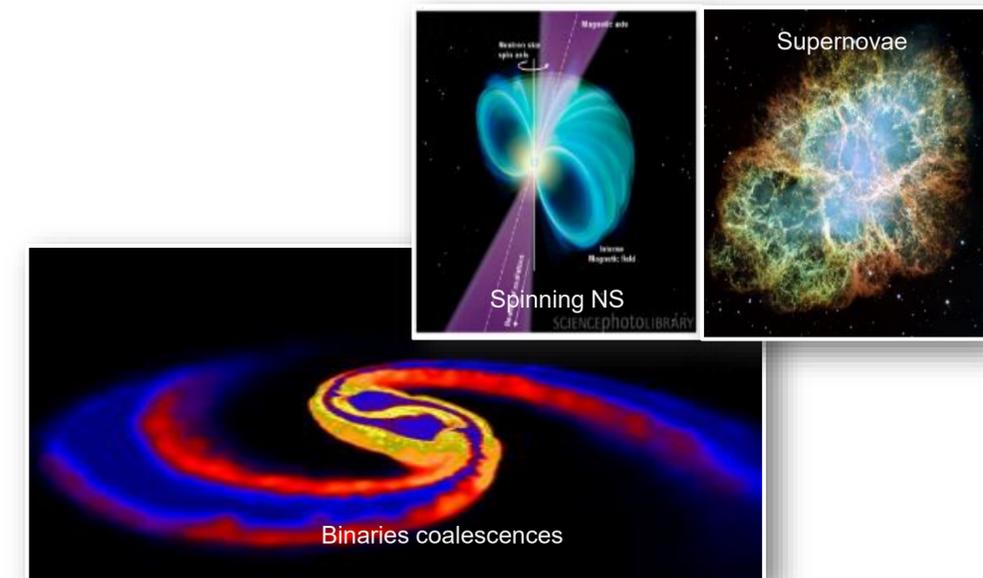
- Tabella FTE

Anagrafica 2026		AMS-02 MIB		
Nome	Cognome	Qualifica	%	
1	Matteo	Boschini	Tecnologo CINECA	100
2	Giovanni	Cavallotto	Borsista INFN PNRR	100
3	Stefano	Della Torre	Primo Ricercatore INFN	20
4	Massimo	Gervasi	PA Unimib	50
5	Davide	Grandi	Tecnologo Unimib	100
6	Giuseppe	La Vacca	Tecnologo Unimib	100
7	Simonetta	Pensotti	Senior	0
8	Pier Giorgio	Rancoita	Senior	0
9	Mauro	Tacconi	Tecnologo Unimib	80
10	Rachele	Guidetti	Dottoranda	100
Totale teste		8		
FTE		6.5		
FTE/Teste		0.81		

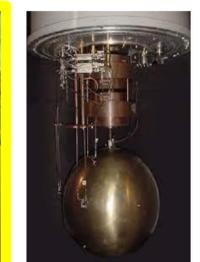
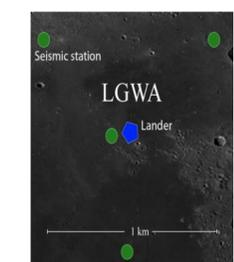
# Gravitational Waves: space time deformation predicted by General relativity

Science:

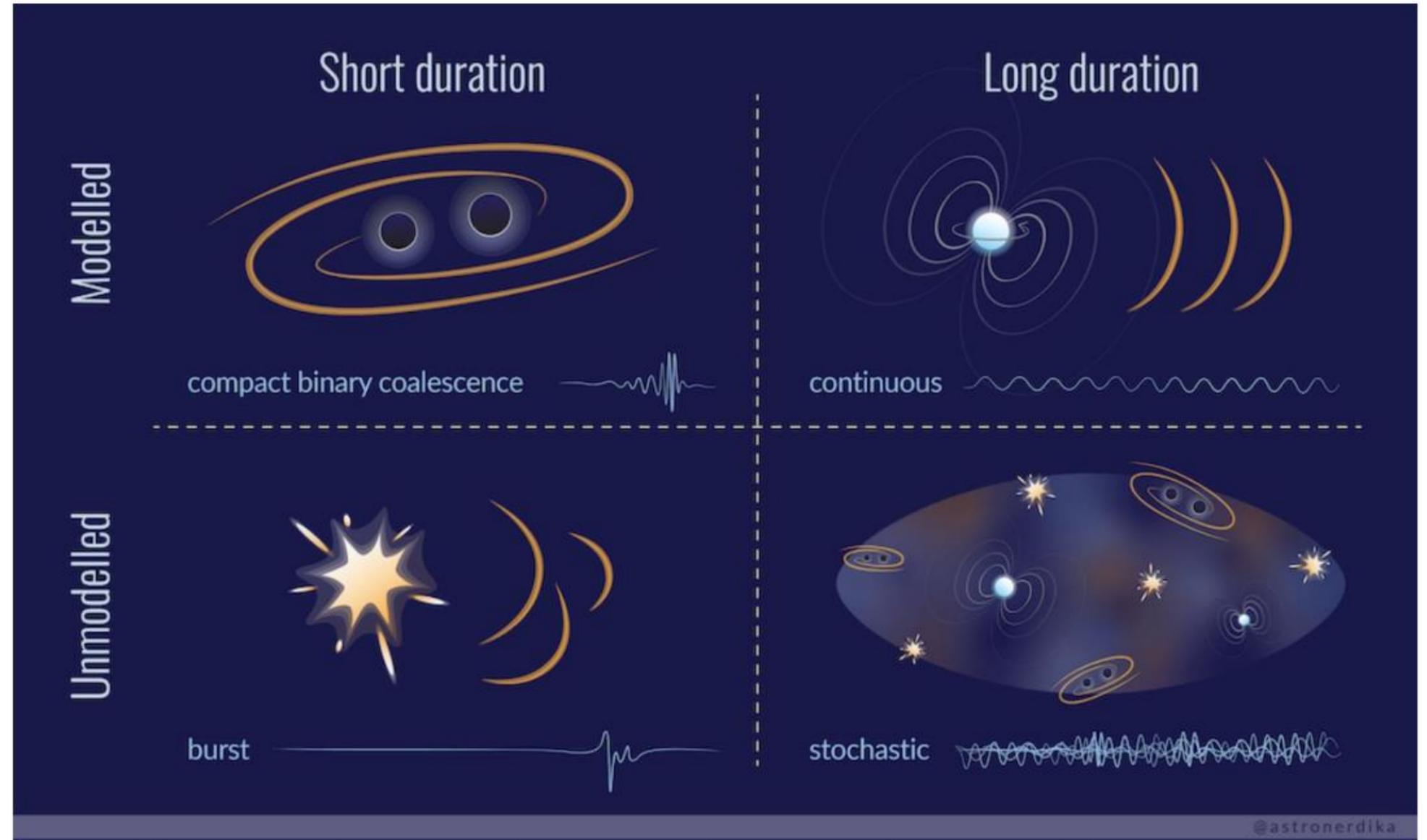
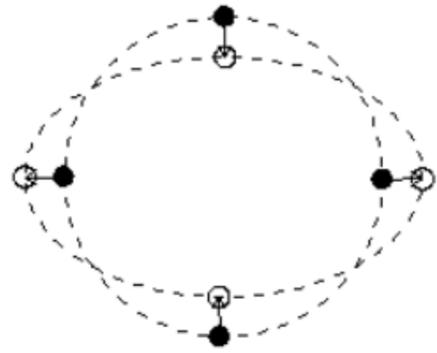
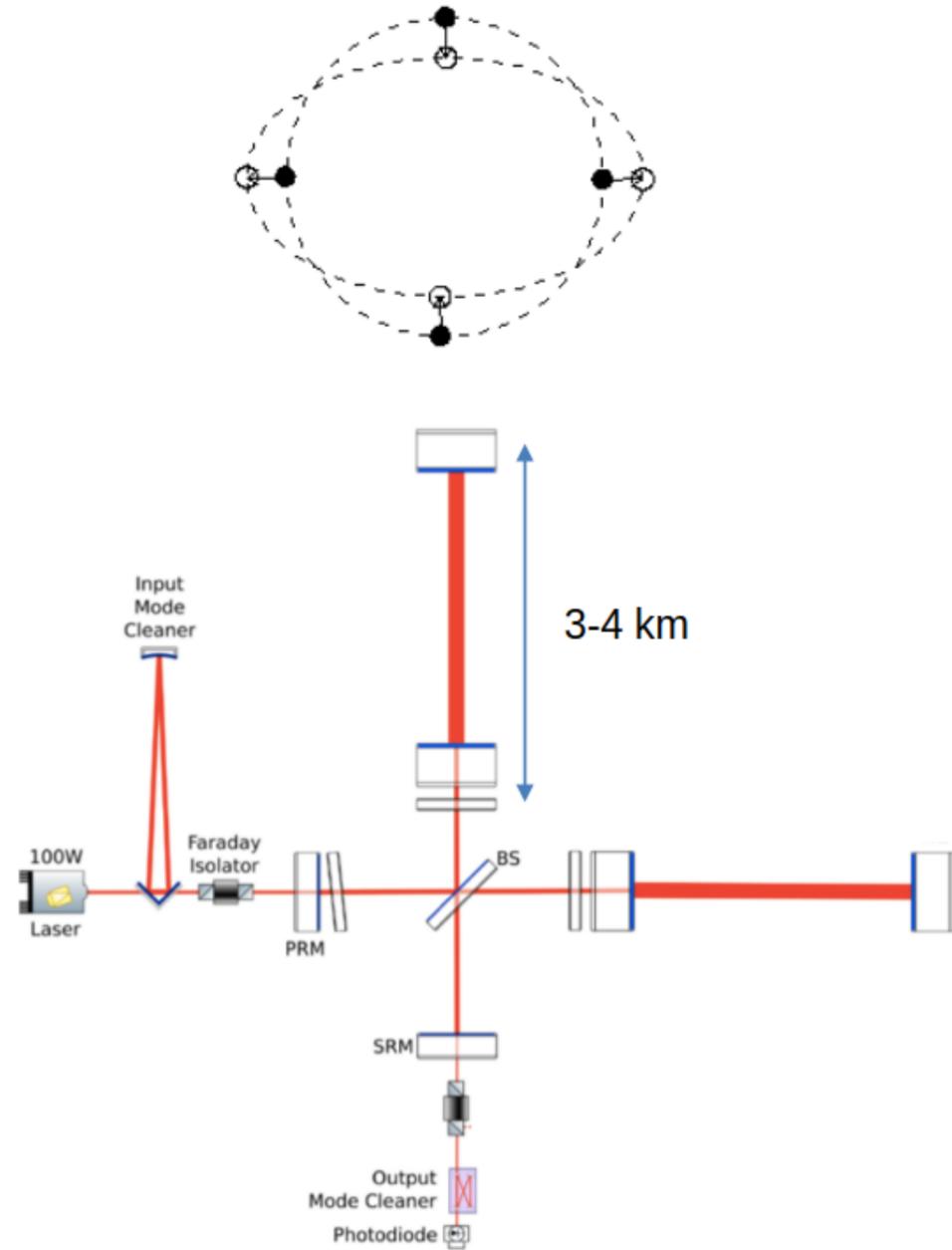
- Test of General relativity in several regimes
- Cosmology
- Equation of state of ultra dense matter (neutron stars)
- Compact star population studies (formation and evolution)
- Formation and evolution of galaxies
- Dark matter

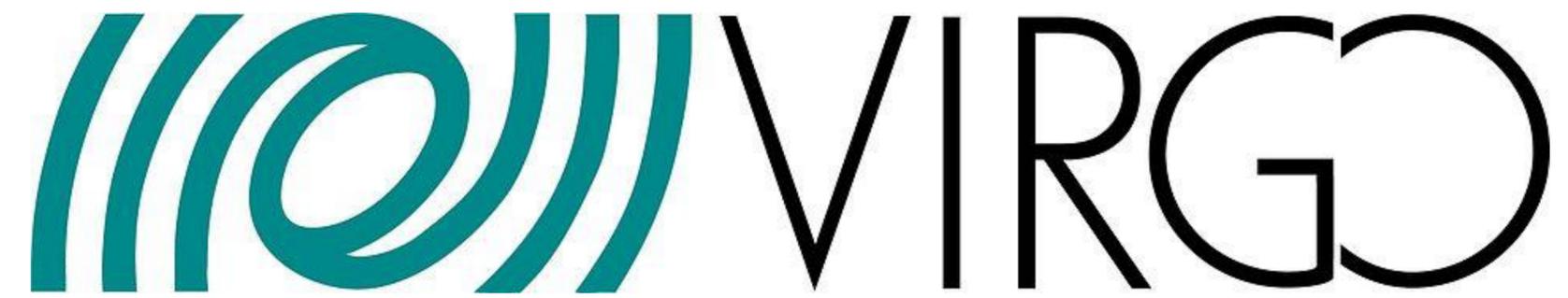


Ground based interferometers:  
LIGO-Virgo-KAGRA (LVK) network



# Detection principle: Michelson interferometer on dark fringe



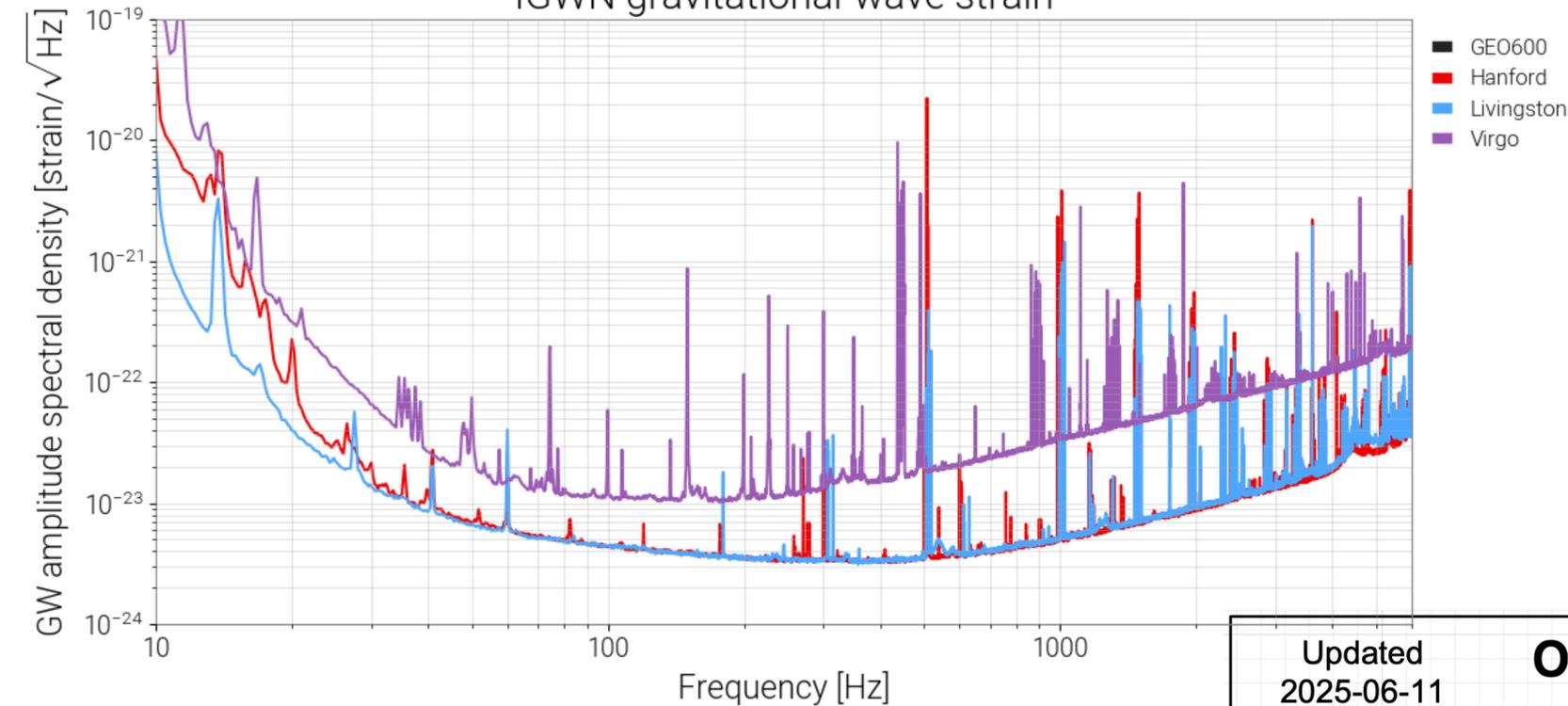
The logo for the VIRGO gravitational wave observatory. It consists of a teal-colored graphic on the left, which is a stylized representation of the detector's L-shaped interferometer arms, followed by the word "VIRGO" in a large, black, sans-serif font.

- Spokeperson: Gialuca Gemme  
971 members, 566 authors,  
175 institutions from 20 Countries
- RN: Giancarlo Cella
- RL-MiB: Stefano Della Torre

**BO - CA - FI - GE - LNGS - NA - PD - PG - PI - PR - ROMA1  
- ROMA2 - SA - TIFP - TO - TS**

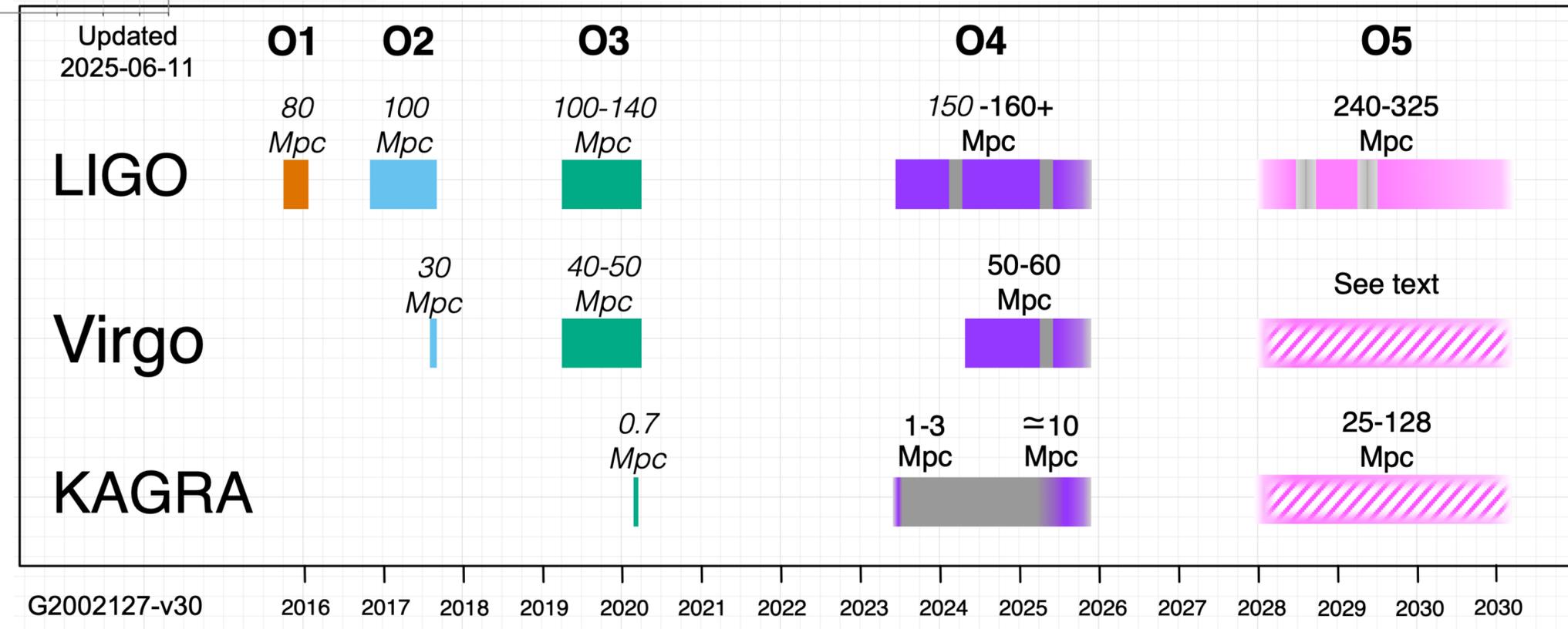


[1404432018-140451841] IGWN gravitational-wave strain



Data set	Data collection date range	Months of data	h(t) release date
O4a	2023-05-24 to 2024-01-16 16:00:00 UTC	7.7	2025-08-26
O4b	2024-04-10 to 2025-01-28 17:00:00 UTC	9.5	2026-05-26
O4c	2025-01-28 17:00:00 UTC to 2025-11-18 17:00:00 UTC	10	2026-12-16

The O4 run started on 24 May 2023 and is scheduled to end on 18 November 2025



## ***2025 Status***

### Science

- Conclusion of Run O4b on Jan 28th
- Now running O4c up to nov. 2025
- Data release of O4a and catalog

### Upgrade and future plan

- Completed the TDR with the upgrade for run O5 using stable cavity
- Begin of the constitution of VirgoLab
- Begin of the constitution of IGWN collaboration

# 2025 Status

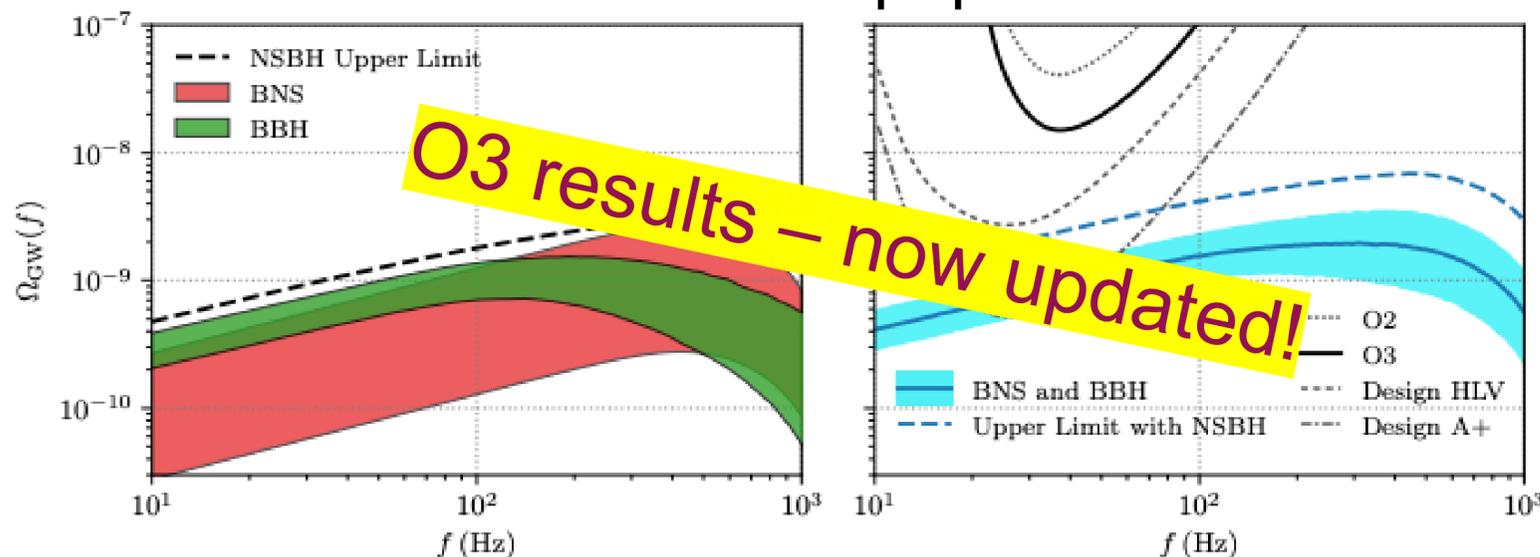
@ MiB

Science

Operation

- Setting the O4a upper limits di O4a on isotropic stochastic signal;
- Forecast of BBH background for the new estimation of GWTC4 population

- O4a and O4b rapid response team shifts
- Deploy of the Low Latency Infrastructure on a local maintained cluster for profiling and autonomous developing
- environmental noise characterization:
  - Study of the impact of the wind on virgo sensibility
  - Builds of an acoustic (air pressure) noise detector



## *2026 perspectives*

### Science

- Continue the data analysis for O4b and O4c.

### Operations @MiB

- **Support on computing**
  - optimization of the LowLatency infrastructure in the view of O5
- **Support on Environmental Noise**
  - Characterization of acoustic noise
  - Prototype of optical lever for detecting seismic tilt-noise

### Upgrade and future plan

- Completed the TDR with the upgrade for run O5 using stable cavity
- Finalization of VirgoLab structure and internal organization
- IGWN consortium services at 90% functionality

# Richieste finanziarie MiB

Capitolo	Descrizione	Rich.
Consumo	DPI di laboratorio, piccola strumentazione meccanica di laboratorio	1.5k
Inventario	postazione completa	2k
Missioni	Attività on-site, VIRGO collaboration meetings, LVK collaboration meeting@EGO	10k

Nessuna richieste di risorse di sezione (officina, tecnici di sezione, elettronica...)

	Nome e Cognome	FTE	Associato	Dipendente INFN	Ruolo
RL	Stefano Della Torre	0,5		X	PR
	Riccardo Buscicchio	0,5	X		Postdoc
	Monica Colpi	0,2	X		PO UniMiB
	Davide Rozza	0,4	con incarico		Tecnico unimib
	Massimo Carpinelli	0,4	con incarico		PO UniMiB
	<b>TOTALE</b>	<b>2.0</b>			

Si passa da 3.5 (2025) a 2.0 (2026) FTE

Hanno lasciato virgo

- O. S. Salafia (INAF)
- G. Ghirlanda (INAF)

Cambiano istituto

- A. Colombo (-> INFN Roma)
- A. Renzini (-> ETH)

The main logo for the Einstein Telescope (ET) features the letters "ET" in a large, bold, dark blue font. The "T" is partially filled with a complex, blue, wavy pattern that resembles a gravitational well or spacetime curvature. Below "ET" is the word "ITALY" in a smaller, bold, dark blue font, followed by a small Italian flag icon. At the bottom, the words "Einstein Telescope" are written in a large, bold, dark blue font.



EINSTEIN  
TELESCOPE

# ET-Italia



**20 tra sezioni e laboratori:** BO, CA, FE, FI, GE, LNF, LNGS, LNS, MI, MIB, NA, PD, PG, PI, ROMA1, ROMA2, SA, TIFP, TO, TS

**RN:** Domenico D'Urso (CA)

**RL:** Davide Rozza (MIB)

## **Obiettivi generali del progetto:**

- candidatura del sito in Sardegna per ospitare ET
- sviluppo delle tecnologie abilitanti di ET
- studio del caso scientifico di ET

## **Timeline:**

2026 Q1: definizione preliminare TDR (Technical Design Report)

2026 Q4: termine caratterizzazione dei 3 siti candidati

2027-2028: Inizio costruzione

2035: Inizio attività

## Attività 2025 in cui MIB è stata coinvolta:

- Blue Book, «The Science of the Einstein Telescope», arXiv: 2503.12263 (880 pagine)  
**definizione dei casi scientifici** che andrà ad indagare ET
- Caratterizzazione del **rumore ambientale** presso il sito sardo di Sos Enattos (Nuoro),  
**articolo** sull'impatto di un parco eolico distante 15 km, doi: 10.5194/se-16-441-2025
- Studio dell'impatto del **rumore ambientale** dei siti candidati sulla fisica di ET, in attesa di pubblicazione su Classical and Quantum Gravity, in attesa di pubblicazione
- Articolo su un possibile sistema di **sospensione per le ottiche di ET-LF**, doi:  
<https://doi.org/10.3390/galaxies13020021>
- **Acquisto di 3 magnetometri** che stanno per essere **installati** in questi giorni **ad un vertice** della configurazione ad «L» del sito **sardo**

- **Acquisto** di un **sismometro** di basso rumore in frequenza utile per la caratterizzazione del tilt sismico;
- **Analisi dati** dei magnetometri e di altri sensori (microfoni, tiltmetri e sismometri) **per la caratterizzazione del sito sardo di ET** e l'impatto di questi rumori sulle performance (sensibilità) di ET e sul sistema di sospensioni;
- Valutazione di **prototipi di elettronica di basso rumore** per lettura dei sensori di caratterizzazione ambientale.

<b>Capitolo</b>	<b>Bene da acquistare</b>	<b>Stima Costi</b>
<b>Missioni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partecipazione a meeting di collaborazione + missioni sul sito sardo candidato + conferenze (i fondi per conferenze andranno nella sezione del RN a Cagliari).</li> </ul>	24 k
<b>Consumo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acquisto di schede elettroniche per lettura sensori di posizione e tilt compatibili con il sistema già in possesso della National Instrument (preventivo in possesso).</li> </ul>	6 k
<b>Inventariato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acquisto di un sismometro di basso self-noise a frequenze inferiori a 100 mHz per lo studio del sisma (accelerazione e tilt) nell'area superficiale di Sos Enattos per misure di monitoraggio ambientale in vista della messa in funzione dei prototipi per le sospensioni, Nanometrics Trillium 360 GSN + acquisitore + cavi + GPS + spedizione (preventivo in possesso).</li> </ul>	90 k

RL	Nome e Cognome	FTE	Associato (si/no)	Ruolo
	Ssohrab Borhanian	0,2	SI	Postdoc
	Riccardo Buscicchio	0,3	SI	Postdoc
	Monica Colpi	0,2	SI	PO
	Marcello De Matteis	0,2	SI	PA
	Om Sharan Salafia	0,2	SI	Ricercatore INAF
	Elia Arturo Vallicelli	0,2	SI	RTDA
RL	Davide Rozza	0,6	SI	Tecnico con incarico di ricerca tecnologica
	<b>Tot FTE:</b>	<b>1,9</b>		

Escono: Costantino Pacillo e Arianna Renzini per cambio di contratto di ricerca entro dicembre 2025

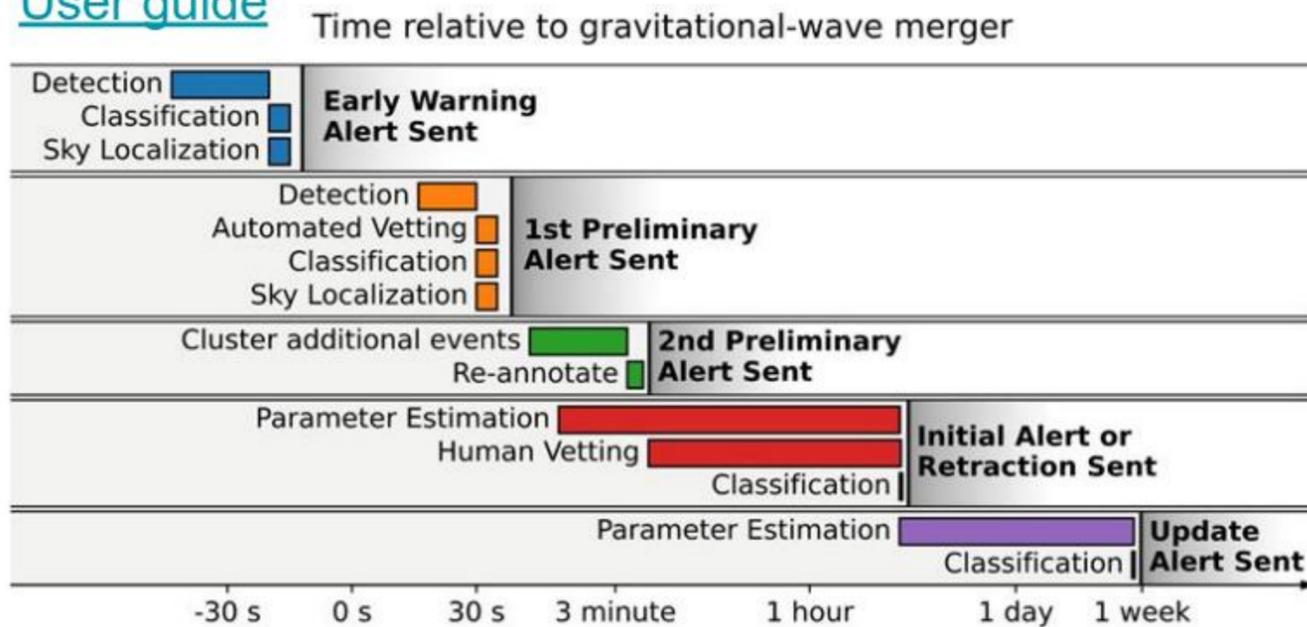
Entrano: Om Sharan Salafia che lavora da anni alla research unit di ET di Milano-Bicocca, mentre Marcello De Matteis ed Elia Arturo Vallicelli per contribuire alla costruzione di sensori di basso rumore elettronico per la caratterizzazione del sito.



## BACK-UP slides

# Sky localization and public alerts

## User guide

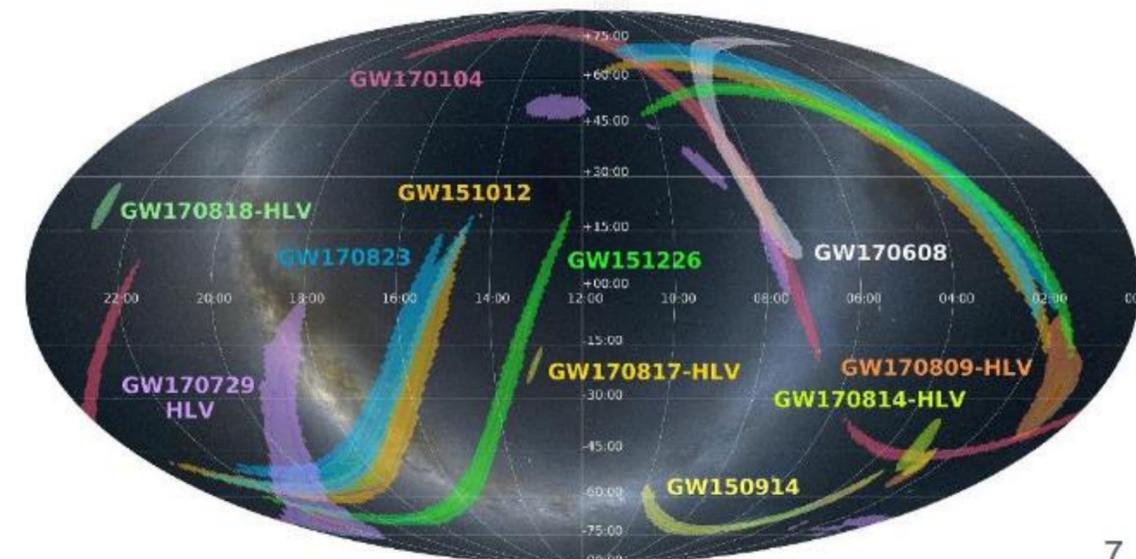


to quickly send out alerts to the global array of ground- and space-based telescopes via the NASA's Gamma-ray Coordinates Network (GCN)

**HasNS:** The mass of at least one of the binary components is consistent with a NS.

**HasRemnant:** A non-zero amount of NS material remained outside the final remnant compact object

**HasMassGap:** The mass of at least one of the binary components lies in the hypothetical "mass gap" between NS and BH



# The unseen, so far...

**Burst GW** from Core-collapse of massive stars/Coalescences

- other GW transients not well-modelled

**Continuous GW**, quasi-monochromatic radiation from non axisymmetric spinning neutron stars (or exotic sources) → different strategies according to the source knowledge

**Stochastic GW** background Superposition of large number of distant (weak) sources or relic from inflation / hot early Universe

- astrophysical or cosmological

## New frontiers with GWs

Indirect or direct detection of particle dark matter, exotic compact objects, primordial BH, GW lensing, effects of modified gravity...

# Dark matter (DM) searches

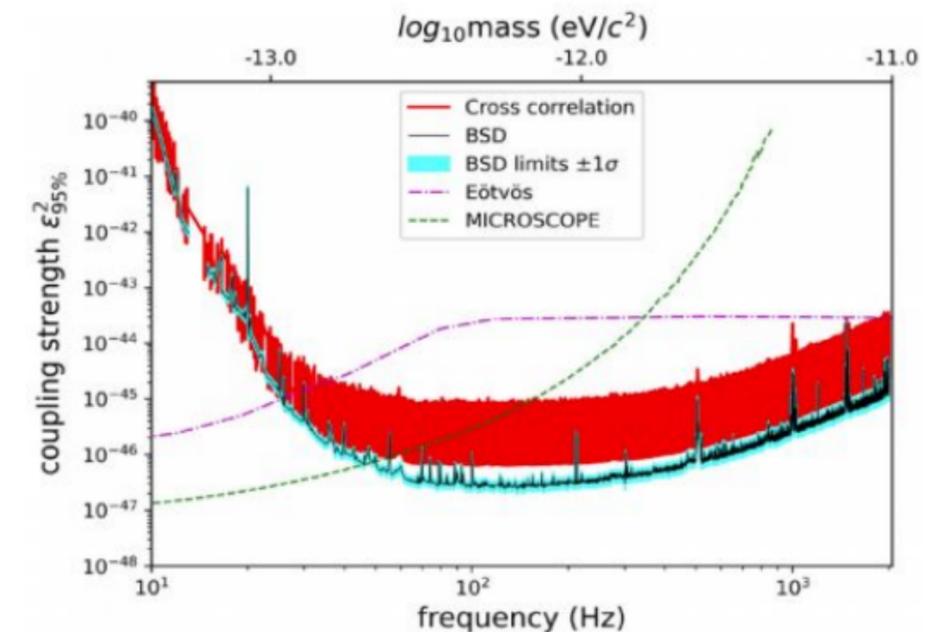
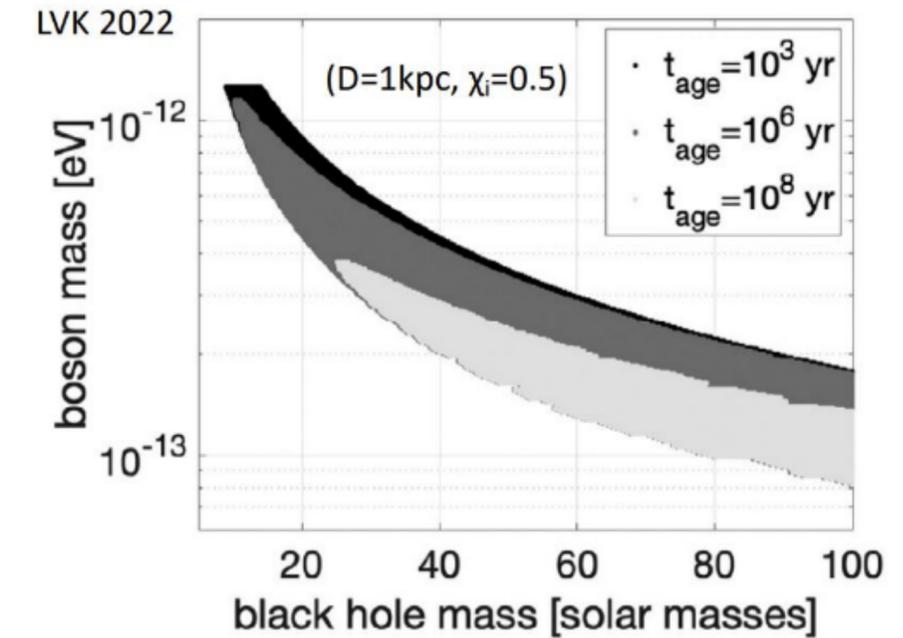
## DM indirect detection:

CWs from depleting scalar boson clouds around Kerr BHs  
long-transients from sub-solar mass BBH (<0.1M)

**DM direct detection:** interaction with the GW detectors  
Vector DM (or so-called dark photon DM) interacts with test masses of the interferometer, for example, via a coupling to the baryon (B) or baryon minus lepton (B-L) number current

Phys. Rev. D 105, 063030, 2022 → O3 search

Abac+ (LVK) arXiv:2403.03004 • KAGRA particularly promising for vector dark matter coupled to the “B-L channel”



# Dark matter (DM) searches

## DM indirect detection:

CWs from depleting scalar boson clouds around Kerr BHs  
 long-transients from sub-solar mass BBH (<0.1M)

**DM direct detection:** interaction with the GW detectors  
 Vector DM (or so-called dark photon DM) interacts with test masses of the interferometer, for example, via a coupling to the baryon (B) or baryon minus lepton (B-L) number current

Phys. Rev. D 105, 063030, 2022 → O3 search

Abac+ (LVK) arXiv:2403.03004 • KAGRA particularly promising for vector dark matter coupled to the “B-L channel”

