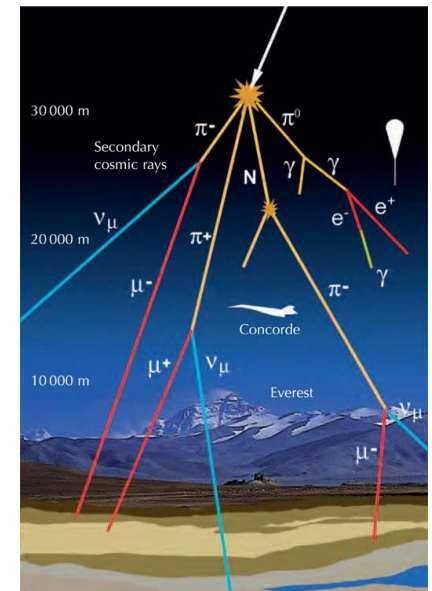


# Preventivi 2019 CSN2 INFN Roma Tor Vergata

*R. Sparvoli*

*(coordinatore CSN2 @ TOV)*

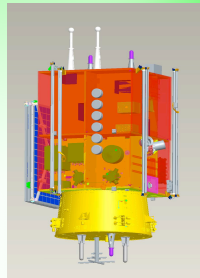
*Roma, 18 Luglio 2018*



# Linea 2 → 14 sigle aperte (2 nuove!)

## Esperimenti con responsabile Nazionale (4)

DAMA



LIMADOU

LARASE

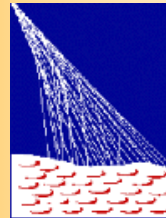


VIRGO



## Altri esperimenti (8)

AUGER



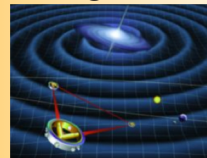
CTA-RD



FERMI



LISA



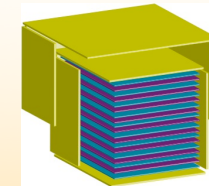
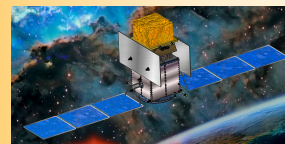
LSPE



QUBIC



GAMMA-MEV



GAPS

ET-ITALIA



# *Suddivisione in linee della CSN2*

Esperimenti in sezione

**1. Neutrino Physics** (solar neutrinos, oscillation experiments, hierarchy and mass, Majorana vs Dirac mass term)

**2. Radiation from the Universe** (low – CMB - and high energy photons, cosmic rays from space and at ground, neutrino astronomy)

**3. Gravitation** (interferometers at ground and from space, tests of general relativity, quantum mechanics, QED and fundamentals)

**4. The Dark Universe** (direct and indirect DM searches, dark energy)

AUGER, CTA, FERMI, GAPS, LIMADOU, LSPE, GAMMAMEV

LISA, VIRGO, LARASE, ET-ITALIA

DAMA, QUBIC

# Assegnazioni bilancio CSN2 INFN

CSN2 – INFN, tutte le sezioni e laboratori

	Richieste (M€)	Assegnato (M€)	%
2005:	45.5	21.0	46
2006:	32.2	14.4	45
2007:	38.2	14.5	38
2008:	28.3	12.3	43
2009:	24.9	11.8	47
2010:	25.0	11.0	44
2011:	23.0	10.4	45
2012:	21.2	12.4	58
2013:	27.1	11.4	42
2014:	26.2	11.6	44
2015:	30.6	11.5	38
2016:	24.4	12.2	50
2017:	27,4	14.7	54
<b>2018:</b>	<b>28,1</b>	<b>13.5</b>	<b>48</b>

MISS:	4352	<b>32.3%</b>
CON:	2379	<b>17.6%</b>
ALTRI CONS:	539	4.0%
TRA:	225	1.7%
MAN:	153	1.1%
INV:	1152	8.5%
APP:	3819	<b>28.3%</b>
LIC.SW:	56	0.4%
SPSERVIZI:	797	5.4%
SEM:	27.0	0.2%
PUB	13.5	0.1%

ICARUS e JUNO grandi spese APP

**Aumentata la percentuale di finanziamento perchè aumentato il budget di commissione dopo What Next.**

# Richieste dei gruppi INFN Tor Vergata Gruppo 2

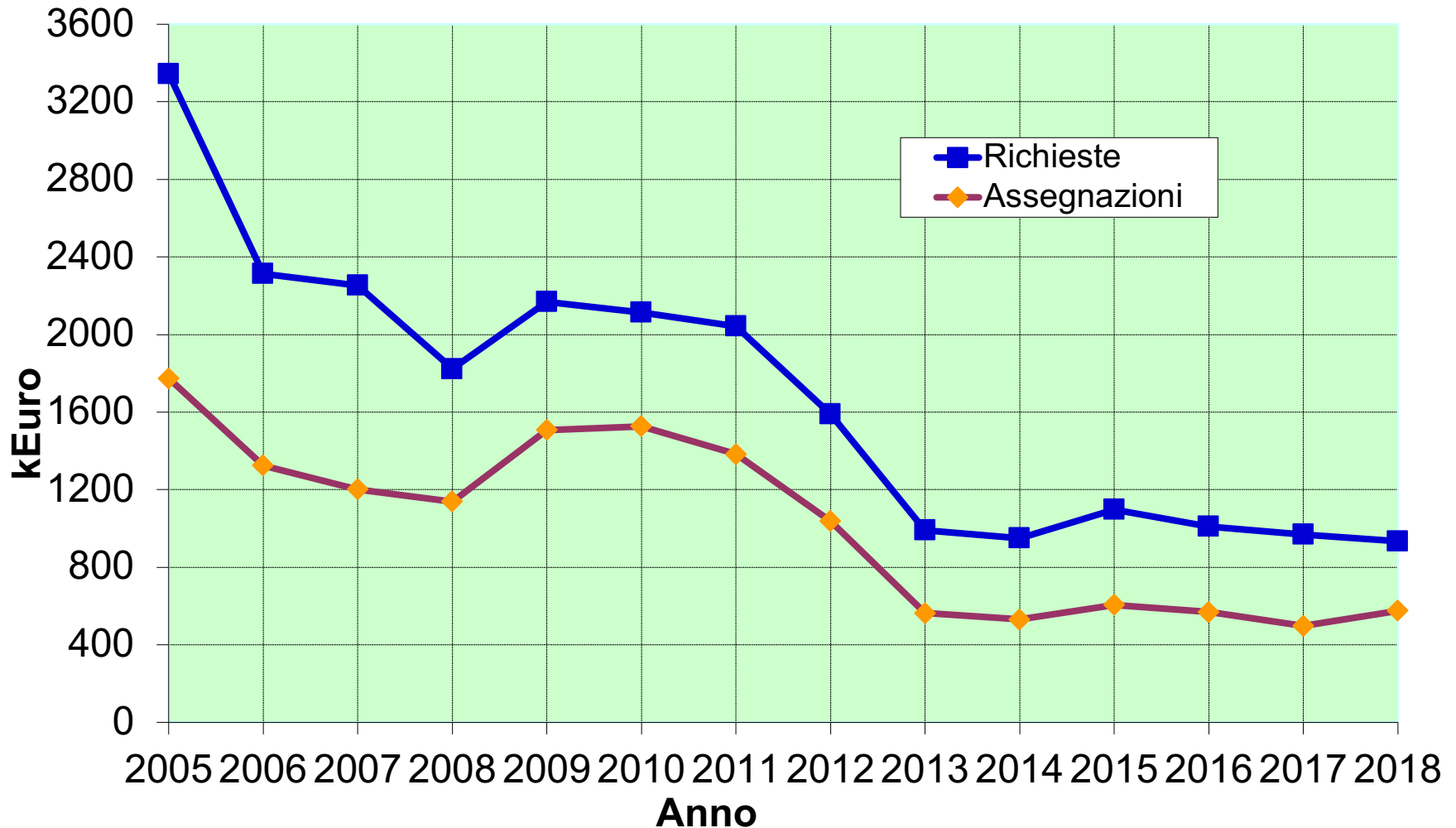
## – anno 2019

Sigla	A carico dell'I.N.F.N.												
	missioni	inviti	consumo	altri_cons	trasporti	seminari	pubblicazioni	manutenzione	inventario	apparati	licenze-SW	spservizi	TOTALI
<b>AUGER</b>	35.50		2.00						3.00				<b>40.50</b>
<b>CTA</b>	18.00								10.50				<b>28.50</b>
<b>DAMA</b>	55.00		66.00	48.00				5.00	64.00				<b>238.00</b>
<b>ET_ITALIA.DTZ</b>													
<b>FERMI</b>	7.00		1.00						1.00				<b>9.00</b>
<b>GAMMAMEV</b>													
<b>GAPS</b>	12.00												<b>12.00</b>
<b>LARASE</b>	11.50		1.50										<b>13.00</b>
<b>LIMADOU_CSN2</b>	18.00		32.00										<b>50.00</b>
<b>LISA</b>	9.00		17.00						6.00				<b>32.00</b>
<b>LSPE</b>													
<b>QUBIC</b>	6.50												<b>6.50</b>
<b>VIRGO</b>													
<b>PRIN - 2015L33WAK_002</b>													
<b>Tot.Sigle</b>	<b>172.50</b>		<b>119.50</b>	<b>48.00</b>				<b>5.00</b>	<b>84.50</b>				<b>429.50</b>
<b>Dotazioni di CSN II</b>	30.00		8.00						25.00				<b>63.00</b>
<b>Totale CSN II Roma II</b>	<b>202.50</b>		<b>127.50</b>	<b>48.00</b>				<b>5.00</b>	<b>109.50</b>				<b>492.50</b>

# Assegnazioni INFN Tor Vergata Gruppo 2

## Richieste su preventivi 2019:

≈ 900 k€ (per il 2018 erano 934 k€)



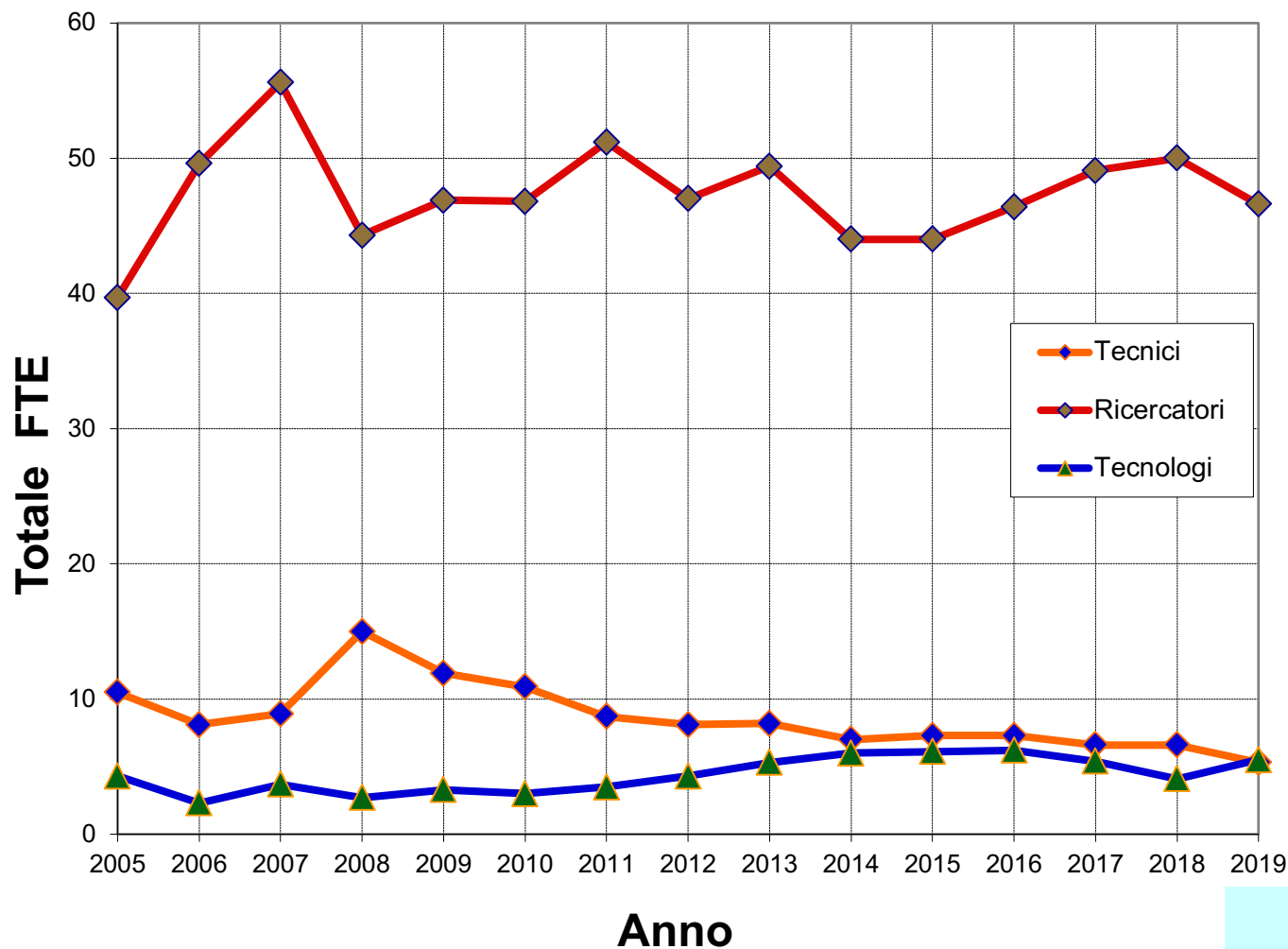
# Preventivi 2019 – INFN Tor Vergata – Gruppo II

## Totali 2018

Ricercatori 59 (FTE 46.6)

Tecnologi 7 (FTE 5.5)

Tecnici 9 (FTE 5.3)



FTE vs time

# AUGER

3000 km<sup>2</sup> – Malargue (Argentina)  
membri collaborazione ~ 500

Responsabilità: G. Salina leader del *Calibration Analysis task*

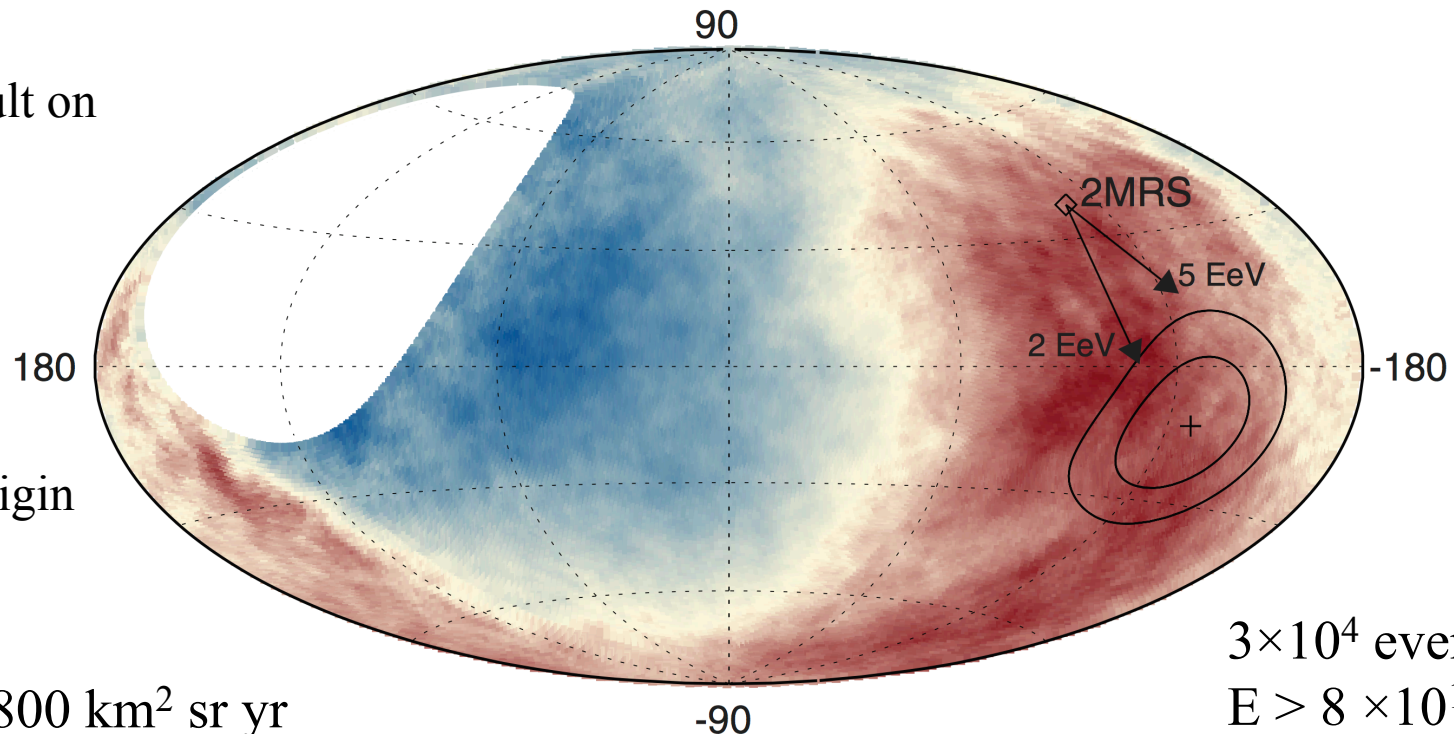
V. Verzi leader del *Energy Spectrum task*  
e *Fluorescence Detector analysis task*

Auger papers: 12 nel 2017 e 3 nel 2018

Observation of a Large-scale Anisotropy ... Science 357 (2017) 1266-1270

first  $> 5 \sigma$  result on  
this field

→ evidence of  
extragalactic origin

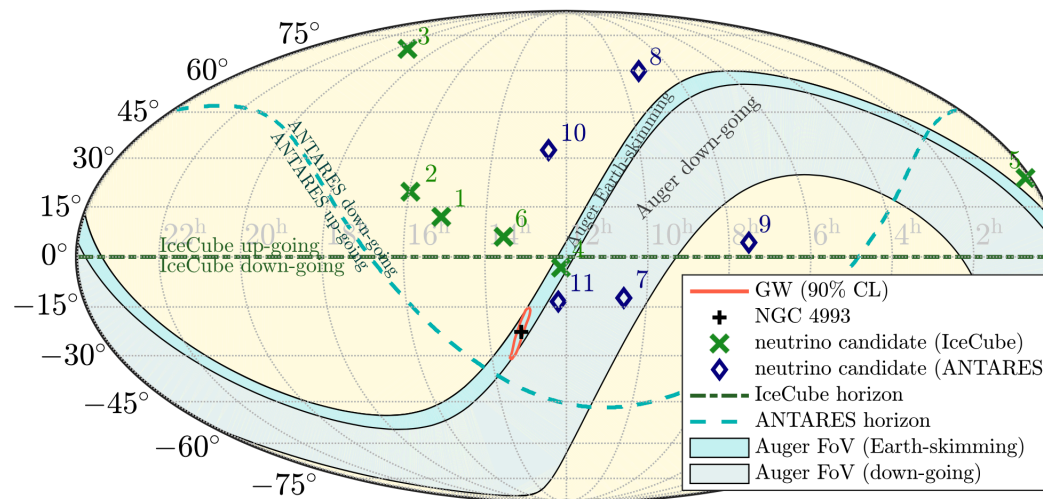


exposure 76800 km<sup>2</sup> sr yr



Follow up of GW events  
thanks to the unambiguous  
identifications of neutrinos

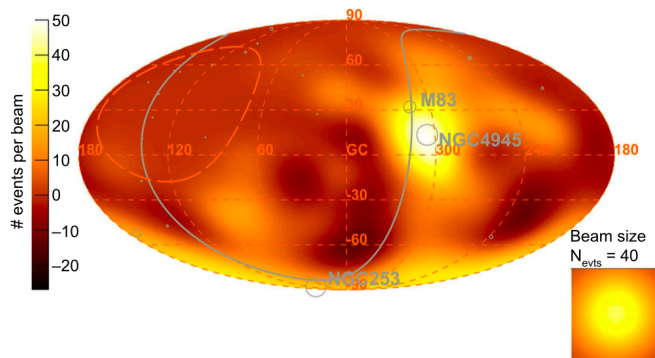
Multi-messenger Observations of  
a Binary Neutron Star Merger  
The Astrophysical Journal Letters  
848:L12 (2017)



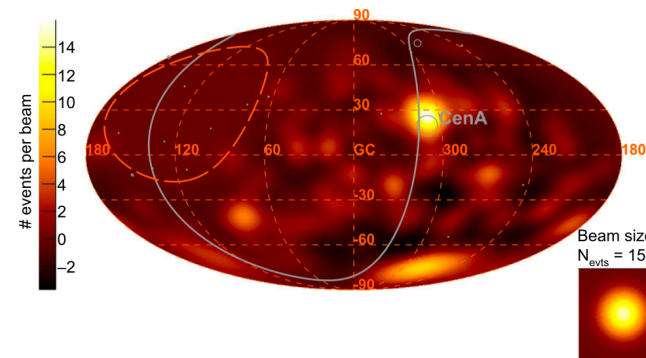
anisotropy in the arrival  
directions through  
comparison to the flux  
pattern of extragalactic  
Gamma-ray sources

The Astrophysical  
Journal Letters,  
853:L29 (2018)

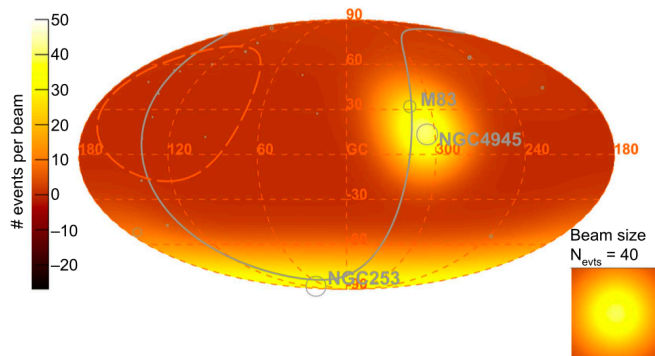
Observed Excess Map -  $E > 39$  EeV



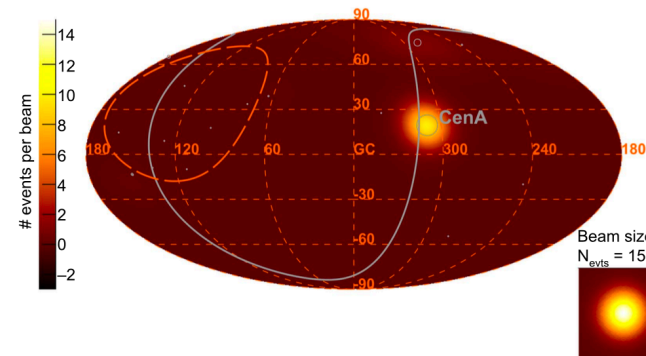
Observed Excess Map -  $E > 60$  EeV



Model Excess Map - Starburst galaxies -  $E > 39$  EeV



Model Excess Map - Active galactic nuclei -  $E > 60$  EeV

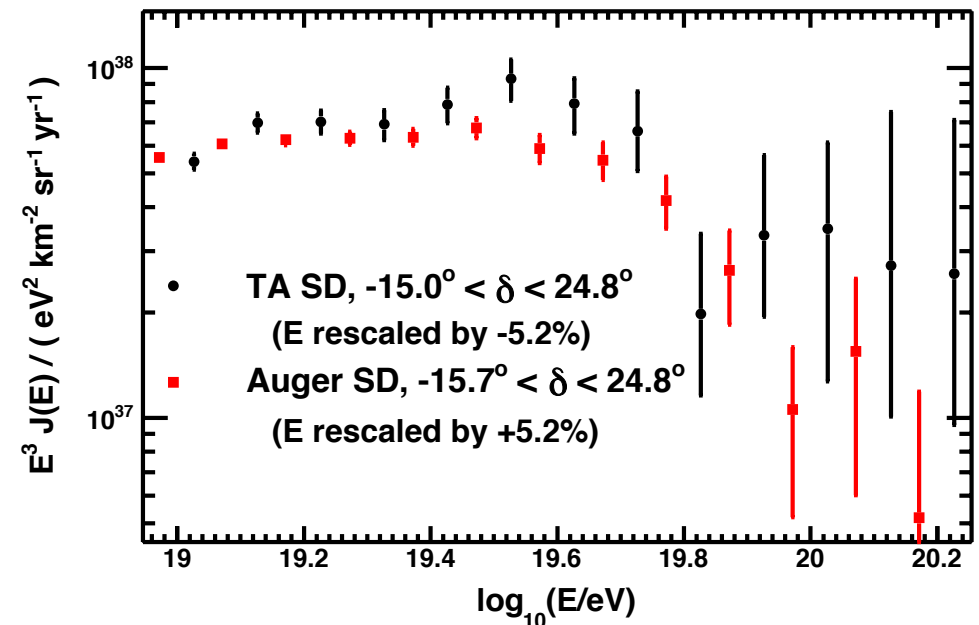
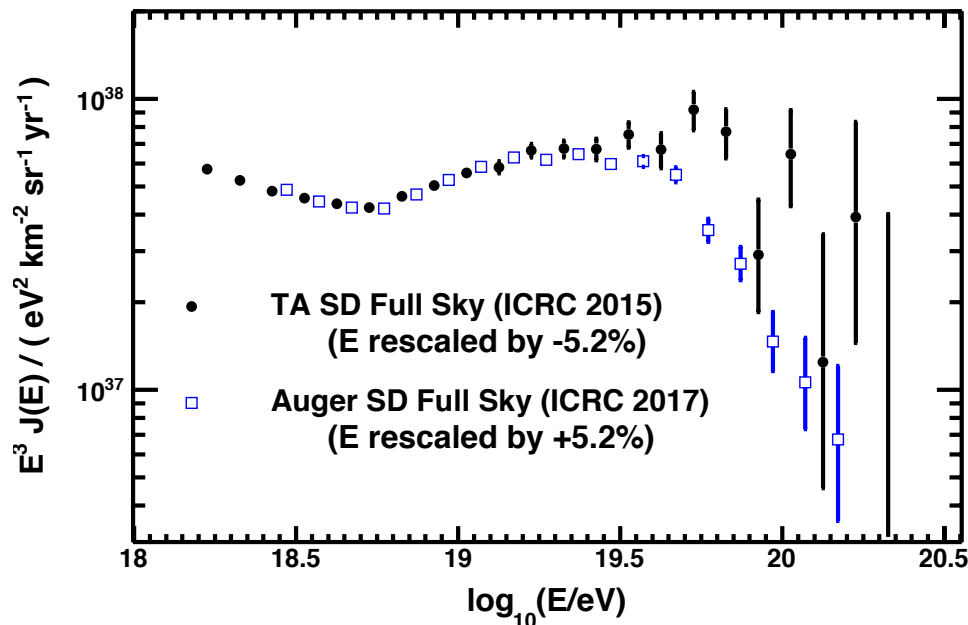


# Activities in Roma ToV

- production of the FD relative calibration
- contribution to all sectors of the FD shower reconstruction
- reconstruction of SD events and energy calibration
- measurement of the energy spectra
- coordination of the Auger-Telescope Array working group on the energy spectrum

(V. Verzi et al. *Measur. of Energy Spectrum of Ultra-High Energy Cosmic PTEP 2017 (2017) no.12, 12A103*)

Comparison of the Auger and TA spectra in the declination band accessible by both experiments  
(UHECR2016 & ICRC2017 joint WG proceedings)



# Richieste finanziarie

V. Verzi	Ricercatore INFN	80%
G. Salina	Primo Ricercatore INFN	50%
G. MATthiae	Prof. ordinario	0%
F. Bracci	Tecnico categoria B	100%
E. Reali	Tecnico categoria B	40%
G. Vitali	Tecnico categoria C	20%

} **1.3 FTE**

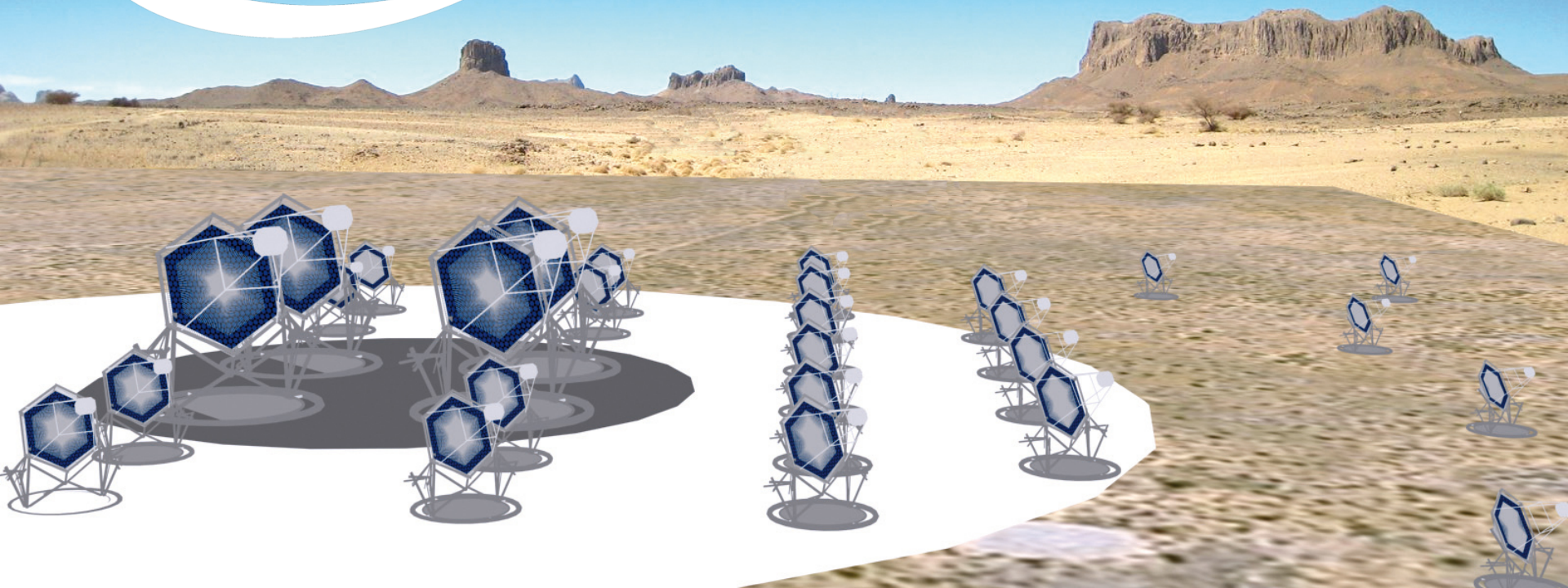
		k€
Partecipazione a conferenze per i task leader	Missioni (total 30.0 k€)	5
2 meeting Malargue		14
Partecipazione a meeting di collaborazione/analisi in Europa		3
1 meeting per il coordinamento delle attività sullo spettro Auger e Telescope Array		3.5
1 turno presa dati FD		4.5
partecipazione responsabile gruppo a incontro con referee e incontri stituzionali		1.5
meeting in Italia per l'aggiornamento del data set previsto per la conferenza ICRC 2019		1.5
meeting della collaborazione italiana (2 persone)		2.5
Metabolismo su sito	consumo	2
TOT.		37.5

# CTA Cherenkov Telescope Array Roma Tor Vergata

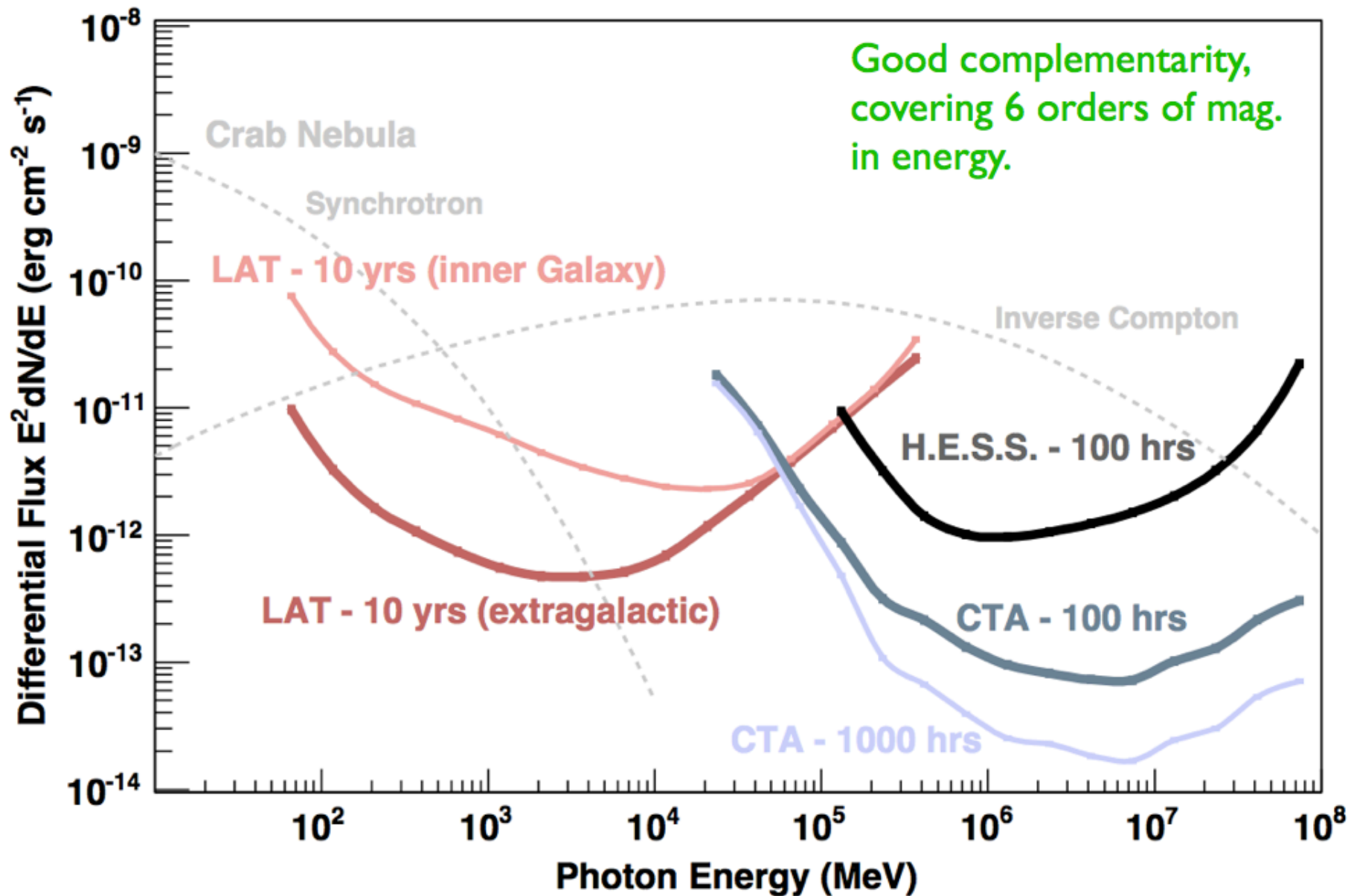
The future in  
VHE gamma ray  
astrophysics:



World-wide Collaboration  
25 countries  
132 institutes  
>1000 scientists



# CTA and Fermi



# Il primo dei 4 Large Size Telescope in costruzione a La Palma



# Alcune pubblicazioni nel 2017-2018

- Monte Carlo Performance Studies for the Site Selection of the Cherenkov Telescope Array

[Astroparticle Physics 93 \(2017\) pp.76-85 \[arXiv:1705.01790\]](#)

- White Rabbit Facility

R. Ammendola, A. Morselli, G. Rodríguez, G. Salina, V. Verzi

[EPJ Web of Conferences 136 , 01011 \(2017\)](#)

- Search for annihilating Dark Matter towards dwarf galaxies with the Cherenkov Telescope Array

A. Morselli, G. Rodríguez

[EPJ Web of Conferences 136, 01005 \(2017\)](#)

## The Dark Matter Programme of the Cherenkov Telescope Array

A.Morselli for the CTA Consortium

[ICRC 2017 Busan , Proc. of Science PoS\(ICRC2017\)921](#)

Science with the Cherenkov Telescope Array (210 pages) →

the CTA Consortium

[International Journal of Modern Physics D to be published \[arXiv:1709.07997\]](#)



## Attivita' a Roma Tor Vergata nel 2017-2018

- Sviluppo di software d'analisi basato su gammalib per ottenere la sensitivity di CTA alla dark matter attesa nelle dwarf spheroidal galaxies.
- Partecipazione ai gruppi di simulazione e dei key project di fisica
- Test di varie schede White Rabbit:
  - CTA Zen sviluppata da Grappa, Amsterdam
  - Ticks sviluppata da APC, Parigi.
  - FMC Cards & Zen Board della Seven Solution
- Sviluppo software per monitorare lo stato di sincronizzazione delle schede white rabbit.
- Modifiche del software SWAT per trasmettere i package UDP delle schede APC di sincronizzazione di tempo.



## Attività' previste a Roma Tor Vergata per il 2019

- Partecipazione ai gruppi di simulazione e dei key project di fisica ( in particolare sulla Materia Oscura, gruppo coordinato da Roma Tor Vergata)
- Sviluppo software usando il framework gammalib e gammapy per lo studio della dark matter nelle dwarf spheroidal galaxies.
- Studio del sistema multitrigger e sincronizzazione tramite la stazione di test White Rabbit installata a Tor Vergata per CTA in collaborazione con INAF. Varie schede White Rabbit in test:
  - (CTA Zen sviluppata da Grappa, Amsterdam, Ticks sviluppata da APC, Parigi, ` FMC Cards & Zen Board della Seven Solution)
- Studio di un sistema di sincronizzazione complementari con la White Rabbit basato su trasmissioni al microonde (GHz)
- Eventuale applicazione dell'esperienza di progettazione VLSI analogica e digitale per un sistema di front-end e di trigger di primo livello per i SiPM (Davide Badoni , Andrea Salamon)

# Preventivo locale di spesa CTA-Rd Roma Tor Vergata per l'anno 2019

Riunioni collaborazione italiana	2
partecipazione ai meeting analisi italiani MC, Dark Matter	1
partecipazioni ai working group internazionali su MC, Dark Matter	3
partecipazioni al working group internazionale sul trigger multitelescopi	2
meetings italiani sul trigger multitelescopi con INAF	2
2 collaboration meetings	2
Partecipazione a Conferenze internazionali	3
Partecipazione 3 meetings dei coordinatori gruppi di scienza (A.Morselli coordinatore gruppo Dark Matter )	3
	_____ Tot MI 18

## consumo

materiale di consumo da utilizzare per la continuazione del montaggio della  
stazione di test per il White Rabbit e simulatore della camera  
+ LC Optical Fibers cable 5km

\_\_\_\_\_ Tot Consumo 5

## Inventario

White Rabbit (WR) switch 18 porte	5 +IVA
GNS 1005/D Timing Reference GNSS	3 + IVA
White Rabbit Zen board	2.5+ IVA

\_\_\_\_\_ Tot Inventario 10.5

**tot. 32.5**

# Preventivi CTA Italia 2018

## Composizione del Gruppo Roma Tor Vergata

Rappresentante Nazionale : N. Giglietto

Responsabile Locale : A.Morselli

Componenti del gruppo di ricerca

Morselli Aldo	I Ric.	40
Ammendola Roberto	Ric.	30
Antonelli Lucio Angelo	Ric.	50
Bigongiari Ciro	Ric.	40
Feroci Marco	DirRic.	30
Lombardi Saverio	Ric.	40
Rodriguez Fernandez Gonzalo	Ass.Ric.	90
Salina Gaetano	I Ric.	20
Stamerra Antonio	Ric.	40
Vagnetti Fausto	P.A.	50
Verzi Valerio	Ric.	20

---

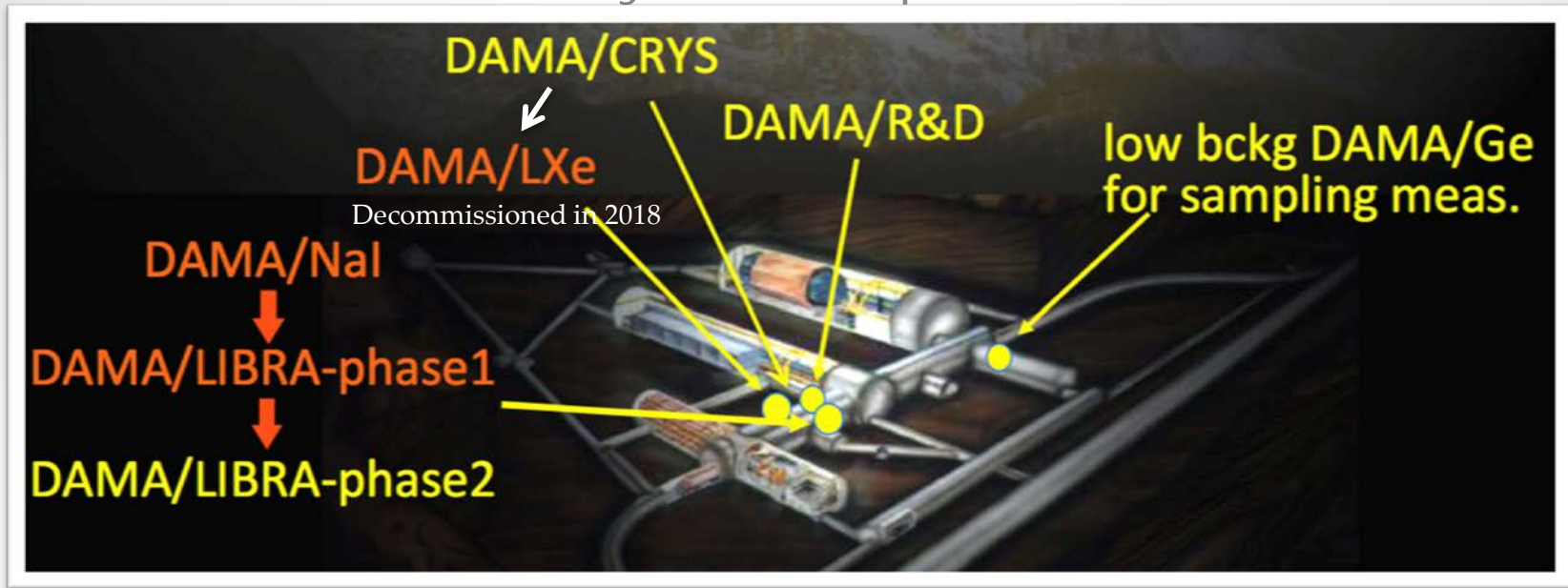
Tot.Ric. **11** tot.FTE **4.5** **FTE/Ric= 0.4**

Tecnici:

Davide Badoni	Tec.	V	20
---------------	------	---	----

# DAMA

an observatory for rare processes @ LNGS



## Collaboration:

- Roma Tor Vergata, Roma La Sapienza, LNGS, IHEP/Beijing
- + by-products and small scale expts.: INR-Kiev + other institutions
- + neutron meas.: ENEA-Frascati, ENEA-Casaccia
- + in some studies on  $\beta\beta$  decays (DST-MAE and Inter-Universities project): IIT Kharagpur and Ropar, India

Web site:

<http://people.roma2.infn.it/dama>

(From July 2017 to July 9, 2018: 19 publications on int. reviews/volumes of Proc;  
27 talks at conf. and seminars)

# Main Publications from June 2017 to July 2018

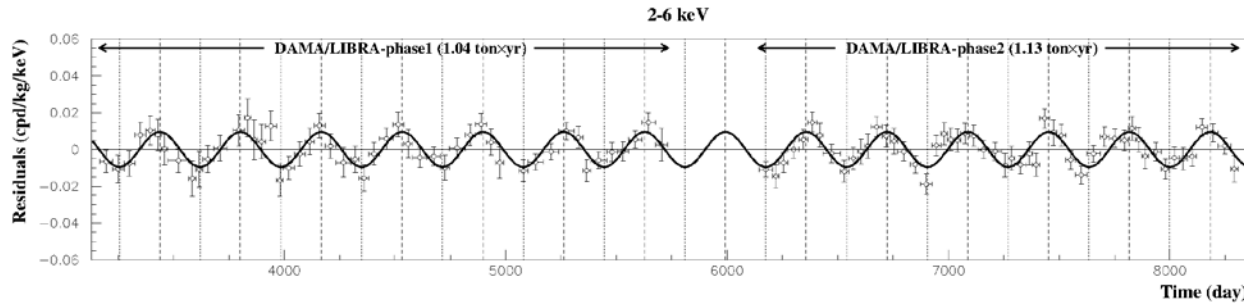
1. R. Bernabei et al., **First model independent results from DAMA/LIBRA-phase2**, pre-Print: arXiv:1805.10486, sub.
2. A. Addazi, P. Belli, R. Bernabei, A. Marciano, **Testing Noncommutative Spacetimes and Violations of the Pauli Exclusion Principle with underground experiments**, preprint arXiv:1712.08082, accepted for pub. on Chinese Physics C.
3. V. Caracciolo et al., **Limits and performances of a BaWO<sub>4</sub> single crystal**, Nucl.Instrum.Meth. A901 (2018) 150-155.
4. R. Bernabei, **Signals from the dark universe**, Frascati Phys.Ser. 64 (2017) 211-221.
5. R. Bernabei, **Highlights on signals from Dark Matter particles**, EPJ Web Conf. 164 (2017) 01013.
6. R. Bernabei et al. **Status and perspectives of DAMA/LIBRA**, proceeding of 13th Patras Workshop AXION-WIMP 2017.
7. R. Bernabei and F. Cappella, **Investigation of rare nuclear decays with the DAMA set-ups** Int.J.Mod.Phys. A33 (2018) no.09, 1843005
8. P. Belli, **Preface**, Int. J. Mod. Phys. A 32, 1702001 (2017).
9. R. Cerulli, **Low background techniques toward a ZnWO<sub>4</sub> directionality experiment**, Int. J. Mod. Phys. A 32, 1743009 (2017).
10. O. G. Polischuk et al., **Investigation of 2 $\beta$  decay of <sup>116</sup>Cd with the help of enriched <sup>116</sup>CdWO<sub>4</sub> crystal scintillators**, AIP Conf.Proc. 1894 (2017) 020018.
11. P. Belli, **Results and strategies in dark matter detection**, proceeding of MG14.
12. R. Bernabei, **Particle dark matter direct detection**, proceeding of MG14.
13. R. Cerulli et. al, **DAMA annual modulation and mirror Dark Matter**, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 83
14. P. Belli et al., **New limits on 2 $\epsilon$ ,  $\epsilon\beta^+$  and 2 $\beta^+$  decay of <sup>136</sup>Ce and <sup>138</sup>Ce with deeply purified cerium sample**, Eur. Phys. J. A 53 (2017) 172
15. P. Belli, **Search for double beta decay in <sup>106</sup>Cd in the DAMA/CRYS setup**, AIP Conf.Proc. 1894 (2017) no.1, 020005.
16. R. Bernabei et al., **DAMA/LIBRA results and perspectives**, EPJ Web of Conferences 136 (2017) 05001
17. R. Bernabei et al., **ZnWO<sub>4</sub> anisotropic scintillator for Dark Matter investigation with the directionality technique**, EPJ Web of Conferences 136 (2017) 05002.
18. R. Bernabei et al., **Recent results from DAMA/LIBRA-phase1 and perspectives**, Astronomical and Astrophysical Transactions 30 (2017) 71.
19. P. Belli, **The Dark Universe and the detection of Dark Matter**, J. of Phys.: Conf. Series 866 (2017) 012016.

# Model Independent Annual Modulation Result

DAMA/LIBRA-phase1 + DAMA/LIBRA-phase2 (2.17 ton×yr)

<https://arxiv.org/abs/1805.10486>

Single-hit residuals rate vs time in 2-6 keV



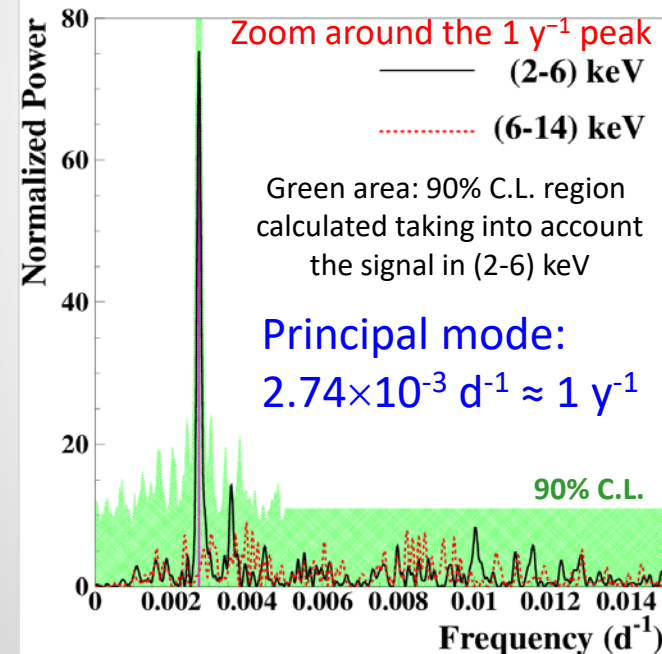
2-6 keV

continuous line:  $t_0 = 152.5$  d,  $T = 1.0$  y

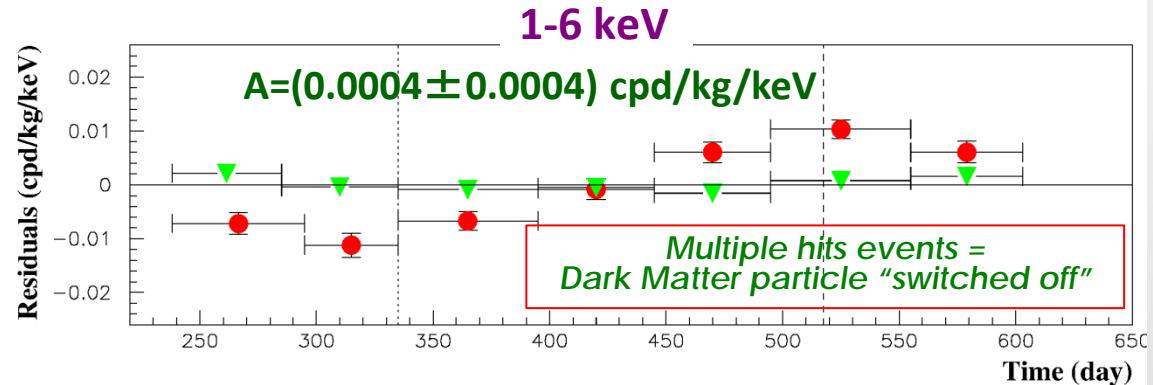
$A = (0.0095 \pm 0.0008)$  cpd/kg/keV  
 $\chi^2/\text{dof} = 71.8/101$  11.9  $\sigma$  C.L.

Absence of modulation? No  
 $\chi^2/\text{dof} = 199.3/102$   $P(A=0) = 2.9 \times 10^{-8}$

Fit with all the parameters free:  
 $A = (0.0096 \pm 0.0008)$  cpd/kg/keV  
 $t_0 = (145 \pm 5)$  d -  $T = (0.9987 \pm 0.0008)$  y



Comparison between **single hit residual rate (red points)** and **multiple hit residual rate (green points)**; Clear modulation in the single hit events; No modulation in the residual rate of the multiple hit events



This result offers an additional strong support for the presence of DM particles in the galactic halo further excluding any side effect either from hardware or from software procedures or from background

The data favour the presence of a modulated behaviour with all the proper features of DM particles in the galactic halo at high C.L.

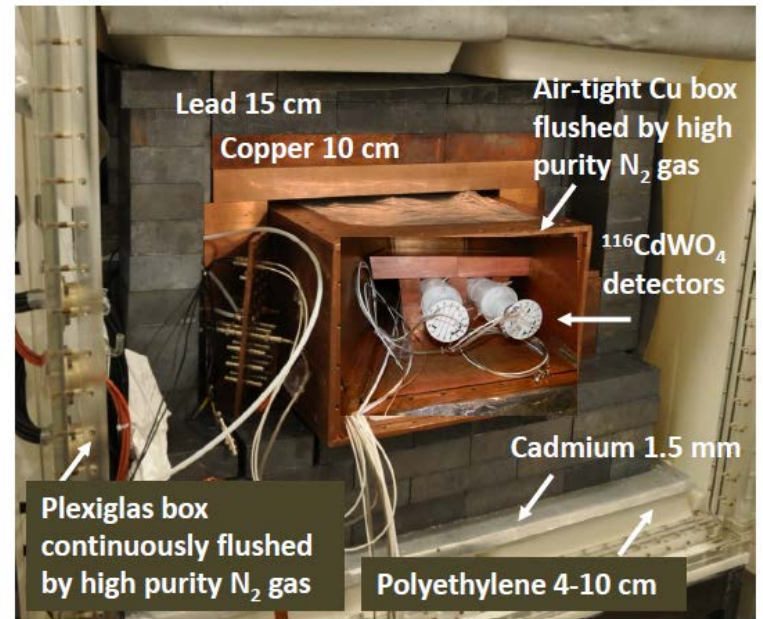
+ No systematics or side processes able to mimic the signal available

# DAMA/R&D

## 1. $2\beta$ decay in $^{116}\text{CdWO}_4$ (presented at conference and paper in completion)

- $T_{1/2}(2\nu 2\beta) = 2.63^{+0.11}_{-0.12} \times 10^{19}$  yr
- $T_{1/2}(0\nu 2\beta) \geq 2.2 \times 10^{23}$  yr (the most stringent limit for  $^{116}\text{Cd}$ )
- limit  $\rightarrow \langle m\nu \rangle < (1.0 - 1.7)$  eV

## 2. Measurements with 4 $\text{ZnWO}_4$ (2 of them recrystallized) concluded and data analysis in progress. New 2 high radio-pure $\text{ZnWO}_4$ crystals in data acquisitions.

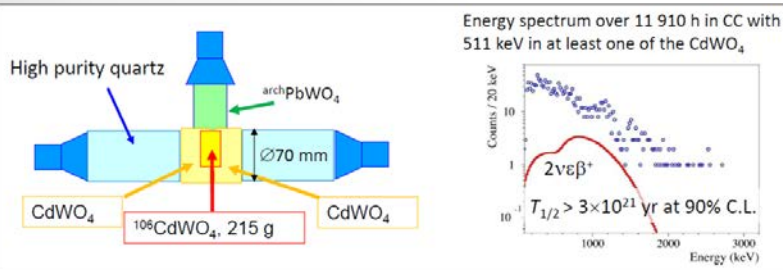


# DAMA/CRYS

1. Experiment to search for  $2\nu$  decay of  $^{106}\text{Cd}$  with the help of  $^{106}\text{CdWO}_4$  crystal scintillator (enriched in  $^{106}\text{Cd}$  to 66%) in (anti)coincidence with two large  $\text{CdWO}_4$  detectors. Data taking and analysis is in progress..

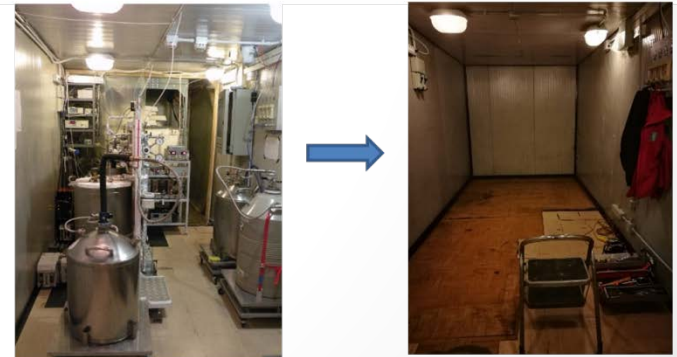
- High efficiency
- Estimated sensitivity reachable at the end of 2018:
  - ✓  $2\nu 2\beta^+$  (g.s.):  $T_{1/2} \approx 2 \times 10^{21}$  yr,
  - ✓  $2\nu(0\nu)\epsilon\beta^+$  (g.s.):  $T_{1/2} \approx 5 \times 10^{21}$  yr

(the region of the theoretical predictions for  $2\nu(0\nu)\epsilon\beta^+$  important to develop matrix elements calculations for  $^{116}\text{Cd}$ )



# DAMA/LXe ← DAMA/CRYS

Decommissioning concluded... working for moving DAMA/CRYS



### Working at present stage:

- Floor restoration
- Electrical/networking/climatization system adjustment
- HP- $\text{N}_2$  distribution adjustment
- DAMA/CRYS moving and updating
- At the end: DAMA/CRYS-box  $\rightarrow$  back to the lab

# Main on DAMA/Ge & LNGS STELLA facility

1. The experiment to search for  $2\beta$  decay of  $^{150}\text{Nd}$  to the excited level of is in progress, preliminary result presented at conferences.
2. The experiment to search for rare alpha decay of  $^{184}\text{Os}$  and  $^{186}\text{Os}$  to excited levels of daughter nuclei is in progress with modified sample.
3. First search for  $2\varepsilon$  and  $\varepsilon\beta^+$  decay of  $^{144}\text{Sm}$ ,  $^{162}\text{Er}$ ,  $^{168}\text{Yb}$  and search for  $2\beta^-$  decay of  $^{154}\text{Sm}$ ,  $^{170}\text{Er}$ ,  $^{176}\text{Yb}$  to the excited levels of daughter nuclei has been realized with a highly purified samarium, erbium and samarium oxide samples. Data analyses and papers at various stage on preparation, some presented at conference.
4. New improved half-life limits were set on different modes of  $2\beta$  decay of **Ce** isotopes and published.
5. R&D of radio-pure  $\text{Gd}_2\text{SiO}_5(\text{Ce})$  crystal scintillators to search for  $2\beta$  decay of  $^{152}\text{Gd}$  and  $^{160}\text{Gd}$  is in progress
6. R&D of radio-pure  $\text{SrI}_2(\text{Eu})$  crystal scintillators to search for  $2\beta$  decay of  $^{84}\text{Sr}$  is in progress.



7. A new experiment to search for  $2\beta$  decay of  $^{116}\text{Cd}$  to excited levels of  $^{116}\text{Sn}$  is in preparation by using a recrystallized highly radiopure  $^{116}\text{CdWO}_4$  crystal scintillator in coincidence with external gamma counters.
8. R&D towards Ba-based scintillator with improved futures.
9. New measurements under preparation



## ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2019

- **DAMA/LIBRA;**

- i) continua la raccolta dati di DAMA/LIBRA-phase2;
- i) **studi corollari** di modelli e di **effetti al secondo ordine**;
- ii) Inizio acquisizione nuovi PMT e preamp. integrati di nuova concezione per la fase 3; continuazione di attività di **sviluppo connesse con la fase3**
- iv) Ulteriori studi e sviluppi

- **DAMA/R&D:**

- i) continuerà la presa dati con **ZnWO<sub>4</sub>** ultra radiopuri per 2β e materia oscura con direzionalità;
- ii) Misura del 2β del <sup>116</sup>Cd a livelli eccitati di <sup>116</sup>Sn;
- iii) R&D per la produzione di cristalli scintillatori radiopuri **Gd<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>(Ce)**;
- iv) sviluppi su nuovi cristalli **SrI<sub>2</sub>(Eu)**; v) sviluppi su nuovi CdWO<sub>4</sub> impoveriti in <sup>113</sup>Cd;
- v) R&D per cristalli scintillatori radiopuri per 2β del <sup>130</sup>Ba e <sup>132</sup>Ba;
- vi) proseguiranno le preparazioni di misure future.

- **DAMA/CRYS :**

- i) presa dati per il 2β del <sup>106</sup>Cd con l'utilizzo di un rivelatore CdWO<sub>4</sub> arricchito in <sup>106</sup>Cd in (anti-) coincidenza con due rivelatori CdWO<sub>4</sub> di grande volume;
- ii) Installazione apparato criogenico per le misure di risposta in luce di scintillatori **a basse temperature**;
- iii) nuove misure su **nuovi prototipi** ed esperimenti su piccola scala;
- iv) studio della forma dello spettro beta del <sup>113m</sup>Cd;
- v) studi sulla efficacia della **ricristallizzazione** per l'ulteriore riduzione del fondo;
- vi) **Miglioramenti del set-up** sperimentale nel nuovo sito ex-DAMA/LXe.

- **DAMA/Ge & STELLA:**

- i) misure con campioni di ossido di **Nd** purificato;
- ii) nuove misure con campioni di **Os**;
- iii) misure con nuovi campioni di ossido di **Ce** purificati;
- iv) R&D di cristalli scintillatori **GSO(Ce)** di basso fondo;
- v) R&D di metodi di purificazione di campioni di samario, itterbio, disprosio e erbio già disponibili e relative misure;

# Preventivi 2019 - Roma Tor Vergata

Spokesperson: R. Bernabei

Resp. Nazionale: R. Bernabei, P. Belli

Resp. locale: R. Cerulli

Bernabei Rita	P.O.	100%
Belli Pierluigi	Dirig. di Ric.	100%
Cerulli Riccardo	Ric.	100%
Di Marco Alessandro	AdR	100%
Ghorui Surja Kiran	ric. straniero	100%
Merlo Vittorio	RU	80%
Montecchia Francesco	E.P.	100%

FTE: 6.8

Bussolotti Andrea	Coll. Tec.	100%
Iannilli Maurizio	Tecn. B	30%

FTE: 1.3

FTE/TOT=0,9

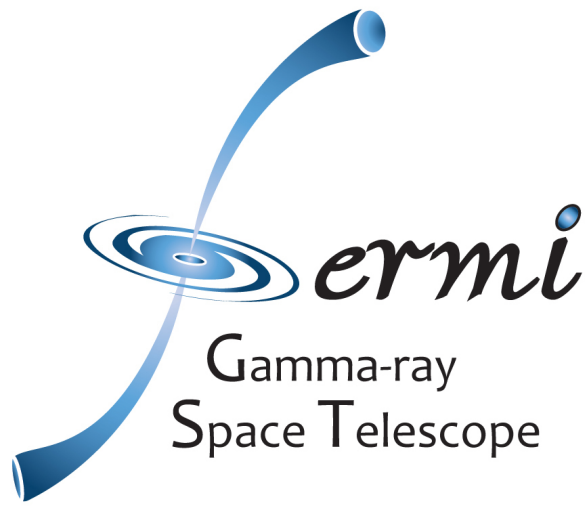
## Lista delle voci di inventario

- 1 digitizzatore V1730B - 16 Ch. 14 bit 500 MS/s 5.12MS/ch : 12.4 k€+IVA
- 1 DPP-ZLE - Digital Pulse Processing Zero Length Encoding for (16ch x 730) : 1050 €+ IVA

	parziale	totale
<b>Missioni:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Missioni a LNGS; contatti scientifici, conferenze, contatti con ditte nazionali ed estere, riunioni con collaboratori stranieri, ...</li> </ul>	55	55
<b>Consumo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolismo apparati</li> <li>• 60 partitori di bassa radiotività con pre-amp x PMT Hamamatsu R11065-20 MOD</li> </ul>	16 50	66
<b>Altro Consumo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas N2 IP</li> <li>• Crescita cristalli di varia natura a bassa radioattività intrinseca, processi di ricristallizzazione e isotopi arricchiti per campioni e per cristalli</li> </ul>	28 20	48
<b>Manutenzione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenzione server per calcolo e primo storage, manutenzione cpu daq, manutenzione ups e condizionatori siti sperimentali</li> </ul>	5	5
<b>Inventario:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 ULB PMT Hamamatsu R11065-20 MOD di nuova concezione da RD</li> <li>• 1 digitalizzatore CAEN VME VX1730</li> </ul>	48 16	64
<b>Totale</b>		<b>238</b>

## Nota:

- maintenance: 124 k€  
→ phase3: 114 k€

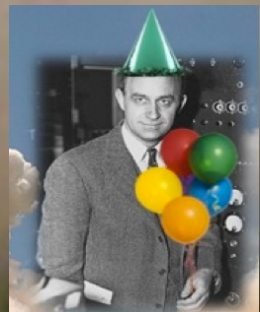


Responsabile Nazionale: Luca Latronico  
Responsabile Locale: Aldo Morselli



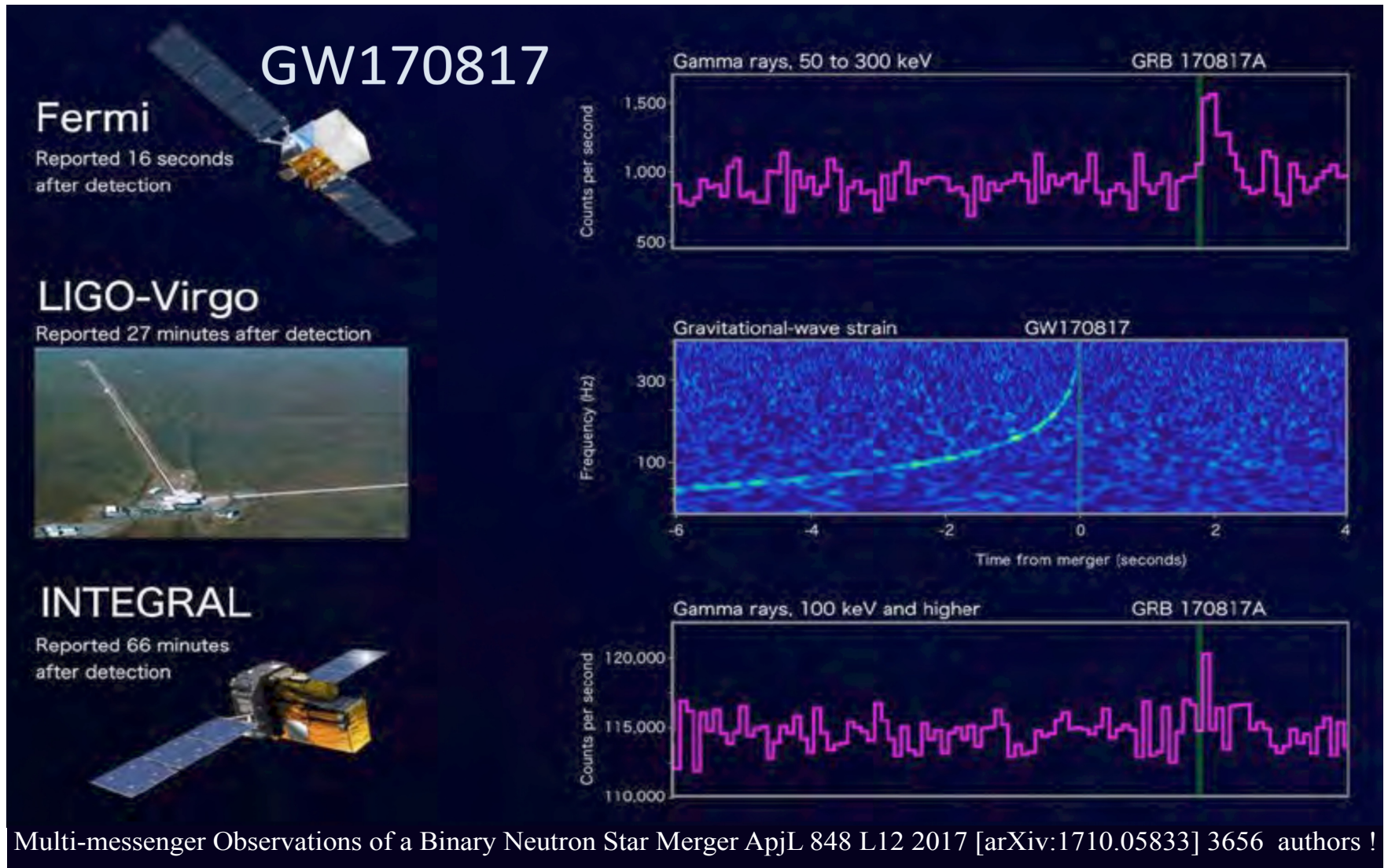
• **Happy 10<sup>th</sup> Birthday Fermi**

11 June 2008



# Periodo estremamente interessante per Fermi

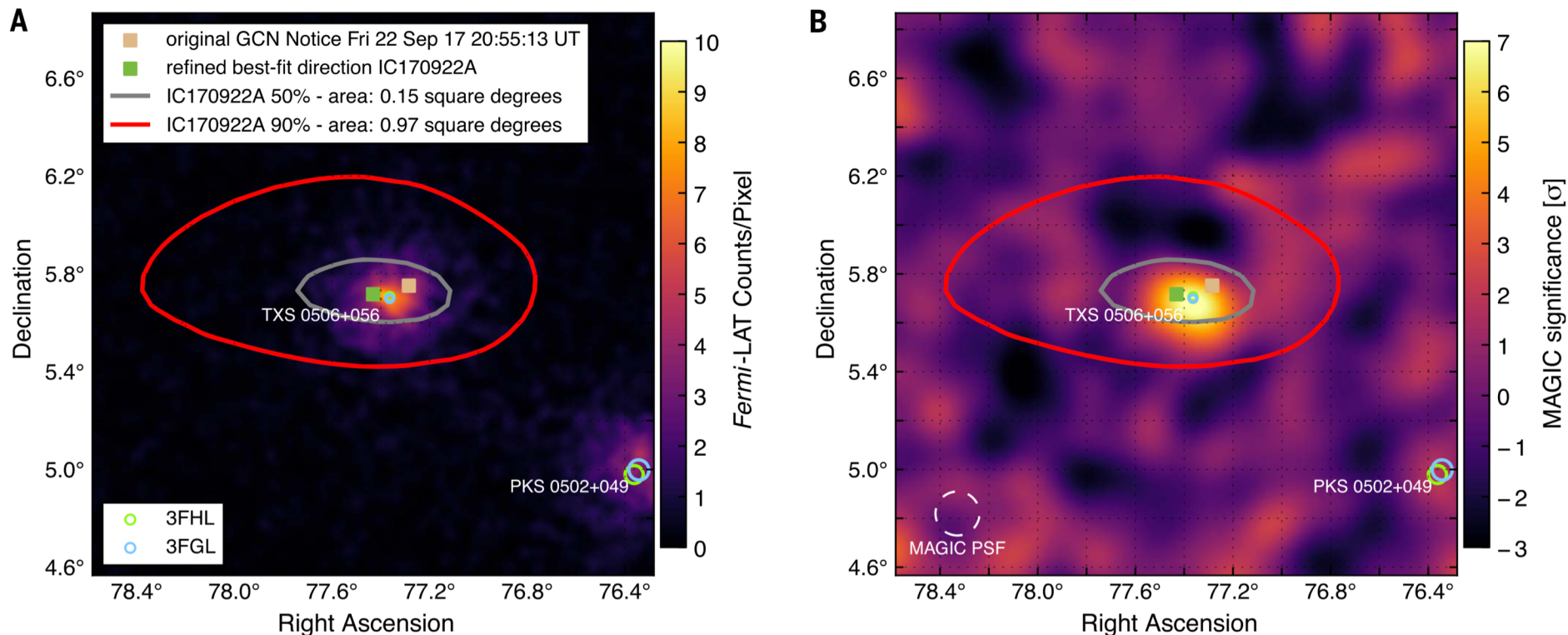
1) la rivelazione in gamma della controparte elettromagnetica delle onde gravitazionali



Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger ApJL 848 L12 2017 [arXiv:1710.05833] 3656 authors !

# Periodo estremamente interessante per Fermi

2) La rivelazione di gamma da una galassia Blazar in connessione con un neutrino di IceCube



## Fermi-LAT and MAGIC observations of IceCube-170922A's location.

Multimessenger observations of a flaring blazar coincident with high-energy neutrino IceCube-170922A  
The IceCube Collaboration, Fermi-LAT, MAGIC, AGILE, ASAS-SN, HAWC, H.E.S.S, INTEGRAL, Kanata, Kiso, Kapteyn, Liverpool Telescope, Subaru, Swift/NuSTAR, VERITAS, and VLA/17B-403 teams  
**Science 361, eaat1378 (2018) 12 July**

# Altri risultati scientifici nel 2018

- Search for Gamma-Ray Emission from Local Primordial Black Holes with the Fermi Large Area Telescope

[The Astrophysical Journal 2018, ApJ, 857, 49](#) [arXiv:1802.00100]

- Fermi-LAT observations of the LIGO/Virgo event GW170817

[Science Advanced 2018;Vol. 4, no. 2, eaao7228](#), [arXiv:1803.06855 ]

- Einstein@Home Discovers a Radio-quiet Gamma-ray Millisecond Pulsar

[The Astrophysical Journal 819:44 \(30pp\) 2016](#) [arXiv:1511.02938]

- Cosmic-ray electron+positron spectrum from 7 GeV to 2 TeV with the Fermi Large Area Telescope

[Phys. Rev. D 95, 082007 \(2017\)](#) [arXiv:1704.07195]

(Tutte le pubblicazioni su : [http://people.roma2.infn.it/~glast/Glast\\_Pub.html](http://people.roma2.infn.it/~glast/Glast_Pub.html) )

# ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2019

Maggiori analisi di scienza in preparazione:

- **Dark Matter:**
  - update analisi Dwarf Spheroidal Galaxy con nuovi target
  - update limiti su gravitino DM con Pass8
  - DM Catalog
- **Transienti**
  - preparazione pipeline in vista del prossimo Run Ligo-Virgo
  - Analisi allerte multimessanger

# Preventivi Fermi 2019

# Componenti del gruppo di ricerca

Rappresentante Nazionale : L.Latronico%

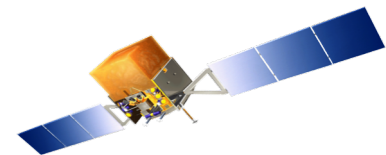
Responsabile Locale : A.Morselli

---

Morselli Aldo	I Ric.	II	40
Antonelli Lucio Angelo	Ric.	II	40
Pittori Carlotta	Ric.	II	50
Vagnetti Fausto	P.A.	II	50
Vittorini Valerio	Ric.TD	II	70

---

**Tot.Ric. 5   tot FTE 2.5   FTE/Ric= 0.5**





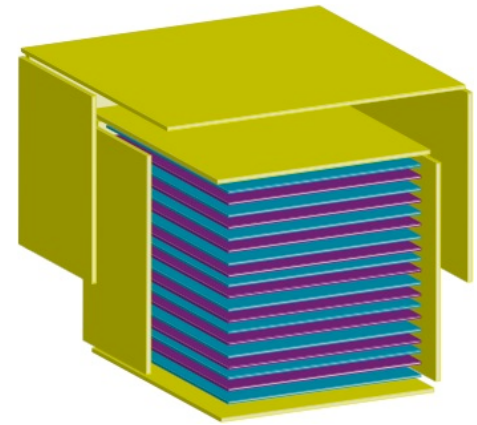
# Preventivo locale di spesa Fermi Roma Tor Vergata per l'anno 2019

Riunioni collaborazione italiana	1	
riunioni gruppo Dark Matter	1	
Partecipazione a Conferenze internazionali (la media è 3 contributi all'anno, stima forfettaria 1.3k a conferenza)	2	
2 riunioni di collaborazione internazionale (2x 1sett/1pers , 2 settimane + 2 viaggi )	4	
<hr/>		Tot MI 8
consumo		
riparazione Workstation	1	
		Tot Consumo 1
<hr/>		
Inventario		
Workstation in sostituzione di una obsoleta	2	
		Tot Inventario 2

**tot. 11 KE**

# GAPS: General AntiParticle Spectrometer

R. Sparvoli

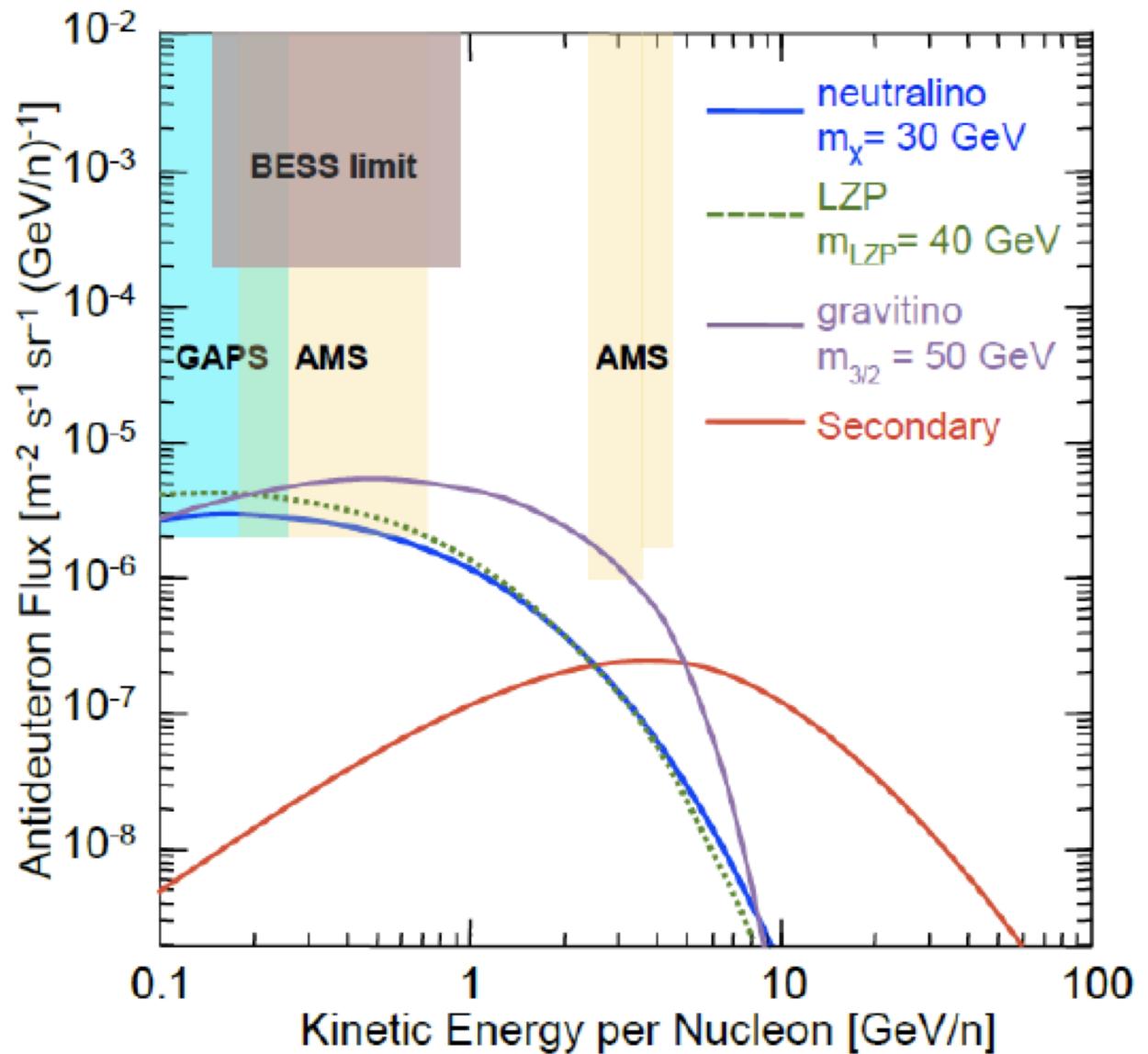


# Obiettivi scientifici

- L'esperimento GAPS (General AntiParticle Spectrometer) è stato progettato per studiare la **componente di antiparticelle nei raggi cosmici con un focus specifico su antiprotoni ed antideuterio (ed antielio) di bassa energia (< 0.25 GeV/n)**.
- L'identificazione per la prima volta di antideuterio nei raggi cosmici sarebbe **un segnale quasi certo di nuova fisica** esplorando tutta una gamma di modelli teorici di materia oscura.
- Questo perché la produzione secondaria di antideuterio (ed antielio) da interazione di raggi cosmici col mezzo interstellare è **significativamente soppressa alle basse energie (sotto circa 1 GeV/n)** rispetto a quanto previsto da molti modelli plausibili di materia oscura.

# Cosmic-ray Antideuterons

T. Aramaki et al.,  
Astropart. Phys. 74  
(2016) 6,  
arXiv: 1506.02513

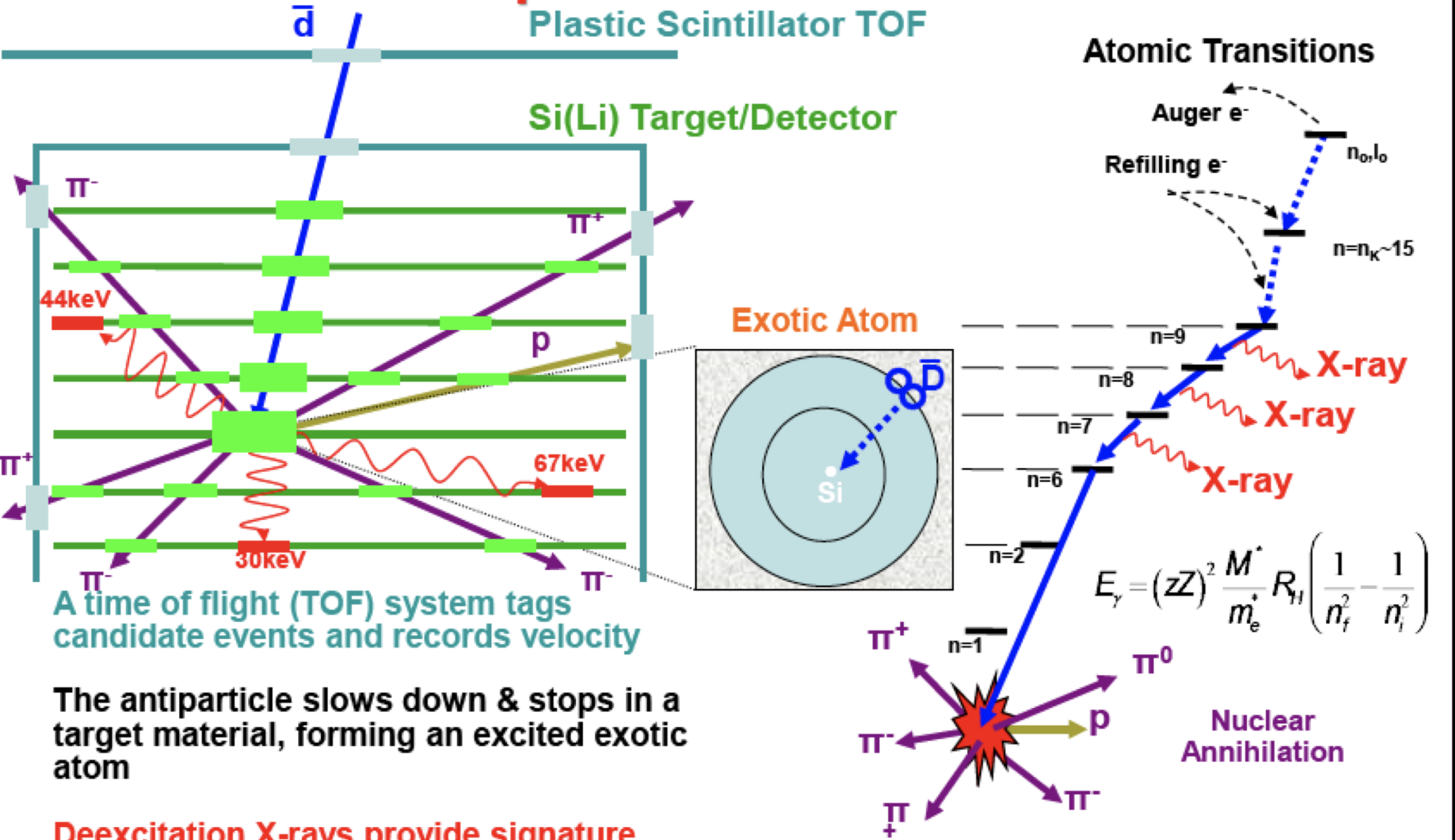


# GAPS science summary

- **Antideuterons as DM signatures**
  - **no astrophysical background** at low energy
  - **complementary** to direct/indirect searches and collider experiments
  - search for: **light DM**, heavy DM, gravitino DM,  
LZP in extra-dimensions theories, (evaporating PBH)
- **Antiprotons as DM and PBH signatures**
  - precision flux measurement at ultra-low energy ( $E < 0.25$  GeV)
  - **complimentary** to direct/indirect searches and collider experiments
  - **~ 10 times more statistics @ 0.2 GeV**, compared to BESS/PAMELA
  - search for: **light DM** gravitino DM,  
LZP in extra-dimensions theories, evaporating PBH
- *Expected to launch from Antarctica in 2020/2021*

- **1 LDB flight (~35 days) -> precision antiproton flux measurement**  
~1500 antiprotons in GAPS  $E < 0.25$  GeV, while 30 for BESS, 7 for PAMELA at  $E \sim 0.25$  GeV
- **2 LDB flights (~70 days) -> improved antideuteron statistics**  
Antideuteron sensitivity:  $\sim 3.0 \times 10^{-6} [m^{-2} s^{-1} sr^{-1} (GeV/n)^{-1}]$  at  $E < 0.25$  GeV
- **3 LDB flights (~105 days) -> Antideuteron sensitivity:  $\sim 2.0 \times 10^{-6} [m^{-2} s^{-1} sr^{-1} (GeV/n)^{-1}]$  at  $E < 0.25$  GeV**

# GAPS detects atomic X-rays and annihilation products from exotic atoms



A time of flight (TOF) system tags candidate events and records velocity

The antiparticle slows down & stops in a target material, forming an excited exotic atom

Deexcitation X-rays provide signature

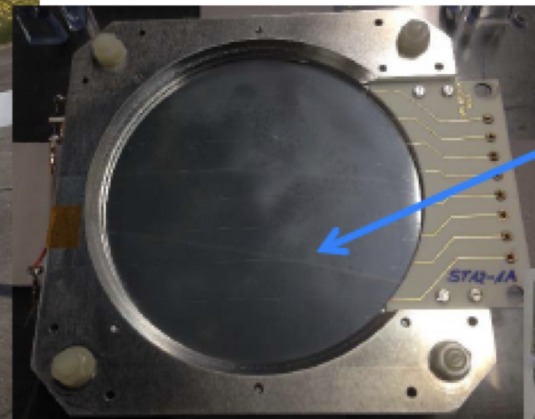
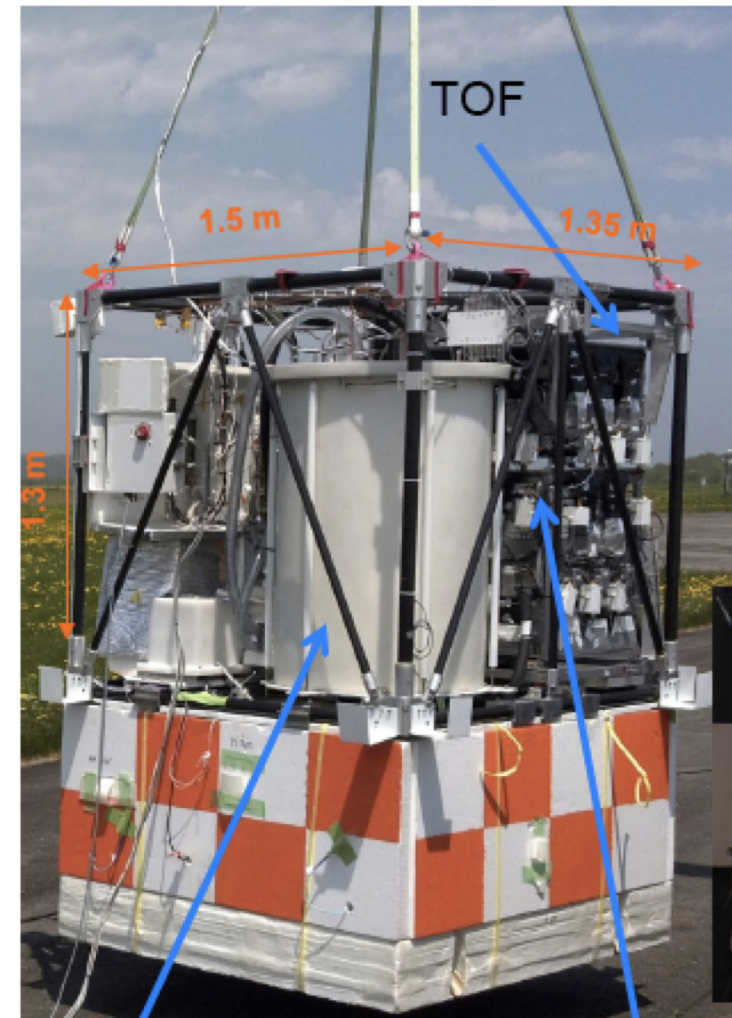
Annihilation products provide added background suppression

X-ray yields were measured at KEK in 2004 and 2005

# Successful prototype (pGAPS) flight in 2002 @ Taiki, JAXA balloon facility in Japan

- ✓ First balloon experiment with Si(Li) detectors
- ✓ TOF performance test and measure cosmic-ray proton count rate
- ✓ Demonstrate cooling system

M. Hailey, Dark Matter  
2014, UCLA



Commercial SEMIKON Si(Li)  
4 inch diameter, 2.5mm thick



TOF paddle  
with PMT, LG  
16.5 cm wide

Vessel for  
DAQ

Si(Li) detector  
surrounded by TOF

# Collaborazione INFN

- La collaborazione GAPS ha chiesto la partecipazione INFN in quanto ritiene che aumenti sia la credibilità scientifica (impatto internazionale dell'INFN ed il nostro successo con PAMELA) che finanziaria (nel loro budget manpower specializzato, come ingegneri elettronici, conta molto).
- L'INFN contribuisce alla realizzazione degli ASIC per il DAQ dei rivelatori al silicio. A questa attività partecipano INFN TS e Università Bergamo.
- L'INFN partecipa allo sviluppo del software di simulazione e di analisi dei dati così pure all'interpretazione degli stessi: INFN TS e INFN FI, Università di Torino e di **Tor Vergata**.

Pronto un contratto ASI-INFN, di circa 1000 Keuro. La partecipazione italiana cresce:

- ASIC di volo
- HV



# Richieste finanziarie GAPS-TOV e anagrafica 2019

Missioni	12 k€
Totale	12 k€

Nominativo	Qualifica	FTE
Marcelli Nadir	Borsista	1,00
Martucci Matteo	Ass. Ric.	1,00
Mergè Matteo	Ass. Ric.	0,30
Sparvoli Roberta (R.L.)	PA	0,30
Totale FTE		2,6

# LARASE

## LAser RAnged Satellites Experiment

Un esperimento di Fisica Fondamentale con l'obiettivo di migliorare il modello perturbativo dinamico dei satelliti geodinamici **LAGEOS**, **LAGEOS II** e **LARES** con lo scopo di eseguire nuove misure **relativistiche** e di verifica della **Relatività Generale** in campo terrestre con satelliti inseguiti via laser

David M. Lucchesi

Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali (IAPS/INAF)  
Via Fosso del Cavaliere, 100, 00133 Tor Vergata (Roma)

[david.lucchesi@inaf.it](mailto:david.lucchesi@inaf.it)

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – sez. RM2  
Via della Ricerca Scientifica, 1, 00133 Tor Vergata (Roma)



# LARASE: Anagrafica per il 2019

## Personale strutturato

Responsabile Nazionale in CSNII Dr. David M. Lucchesi (IAPS/INAF Roma, INFN Roma2)	100%
Dr. Luciano Anselmo (ISTI/CNR, Pisa)	-
Dr.ssa Carmen Pardini (ISTI/CNR, Pisa)	-
Prof. Massimo Bassan (Dip Fisica Univ. Tor Vergata, INFN Roma2)	30%
Dr. Giuseppe Pucacco (Dip Fisica Univ. Tor Vergata, INFN Roma2)	80%
Dr. Massimo Visco (IAPS/INAF Roma, INFN Roma2)	70%

## Personale non strutturato (TD) in corso di stabilizzazione

Ing. Carmelo Magnafico (IAPS/INAF Roma, INFN Roma2)	50%
Dr. Roberto Peron (IAPS/INAF Roma, INFN Roma2)	60%
<b>Totale</b>	<b>3.9 FTE</b>

# LARASE: Sintesi delle attività a Giugno/Luglio 2018

1. Aggiornamento del software (GEODYN II) e gestione dei dati di tracking (SLR)
2. Drag atmosferico da particelle neutre sul LARES
3. Modelli non-gravitazionali
4. Modelli gravitazionali
5. Misura della precessione gravitomagnetica: effetto Lense-Thirring

# LARASE: Sintesi delle attività a Giugno/Luglio 2018

## 1. Aggiornamento del software (GEODYN II) e gestione dei dati di tracking (SLR)

- Analisi dei punti normali in relazione ai modelli di geo-potenziale
- Introduzione di coefficienti dipendenti dal tempo per il potenziale in aggiunta al termine di quadrupolo e di figura dell'asse terrestre
- Inclusione delle raccomandazioni ILRS
- Analisi degli errori statistici da associare ai dati di tracking
- ....

## 2. Drag atmosferico da particelle neutre sul LARES

- Decadimento del semi-asse maggiore del satellite e accelerazione prodotta dal drag neutro
- Confronto fra diversi modelli atmosferici e determinazione del coefficiente di drag
- Rimozione del drag neutro dai residui orbitali e studio della loro segnatura in relazione a forze non-gravitazionali attualmente non modellate

# LARASE: Sintesi delle attività a Giugno/Luglio 2018

## 3. Modelli non-gravitazionali

- È stato sviluppato un primo modello termico mediato (analitico e numerico) per i tre satelliti al fine di migliorare il modello dinamico per l'effetto Yarkovsky-Schach solare
- È stato sviluppato un primo modello termico generale per i tre satelliti al fine di migliorare il modello dinamico per l'effetto Yarkovsky-Schach solare
- Tali modelli sono stati testati per i due LAGEOS confrontando le loro predizioni con i residui orbitali ottenuti con GEODYN
- Per quanto concerne il drag da particelle neutre il modello è quello numerico di SATRAP

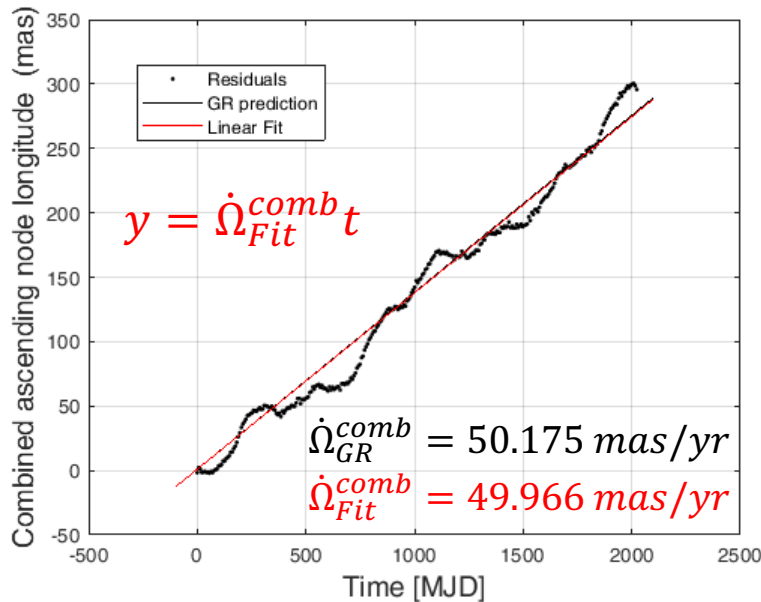
## 4. Modelli gravitazionali

- Campo gravitazionale (statico e parte dipendente dal tempo)
- È in corso l'analisi degli errori sistematici utilizzando diversi modelli per il campo gravitazionale

# LARASE: Sintesi delle attività a Giugno/Luglio 2018

## 5. Misura della precessione gravitomagnetica: effetto Lense-Thirring

$$\dot{\Omega}^{comb} = \dot{\Omega}_{LI}^{res} + k_1 \dot{\Omega}_{LII}^{res} + k_2 \dot{\Omega}_{LR}^{res}$$



- Semplice fit lineare ai residui integrati dei nodi dei tre satelliti (LAGEOS, LAGEOS II e LARES) su un periodo di 2023 giorni a partire dal 6 Aprile 2012 (MJD 56023)
- La discrepanza rispetto alla predizione della Relatività Generale è appena dello 0.42% in valore assoluto
- Fittando per i termini periodici non modellati il risultato migliora ulteriormente
- E' in corso la valutazione dei degli errori sistematici della misura

$$\mu_{Fit} - 1 \cong -4.2 \times 10^{-3} \pm \mu_{sys}$$

# LARASE: Attività per il 2019

## 1. Modelli dinamici

- Effetti di spinta termica
- Asimmetria riflettiva
- Drag da particelle cariche
- ...

## 2. Drag da particelle neutre

## 3. GEODYN e determinazione orbitale di precisione (POD)

## 4. Nuove misure di fisica fondamentale in campo terrestre



# LARASE: Richieste di finanziamento per il 2019

<b>Missioni:</b>	
<input type="checkbox"/> ILRS Working Group (*)	4.0 k€
<input type="checkbox"/> Riunioni di collaborazione (#)	3.5 k€
<input type="checkbox"/> Conferenze (§)	4.0 k€
<b>Consumi:</b>	
<input type="checkbox"/> Materiale consumo/dischi back-up	1.5 k€
<b>Totale</b>	<b>13.0 k€</b>

(\*) Per la partecipazione di due ricercatori al Workshop Internazionale dell'ILRS

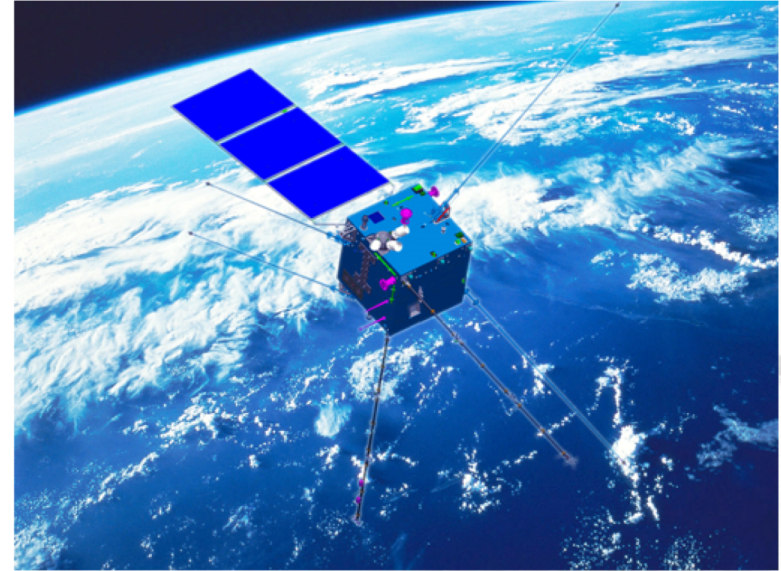
(#) Per due/tre riunioni interne alla collaborazione LARASE

(§) Per la partecipazione di due ricercatori ad un Congresso Internazionale

# L'esperimento CSES/LIMADOU

**Partecipazione italiana al satellite CSES (China Seismo Electromagnetic Satellite): sviluppo di strumentazione innovativa per la misura - dallo spazio - di perturbazioni magnetosferiche e la loro correlazione con fenomeni sismici.**

Finanziato da un progetto premiale ASI e da successivi contratti per l'avanzamento della missione.



Il contributo dell'Italia riguarda la realizzazione di uno tra gli strumenti scientifici più importanti a bordo di CSES: **un rivelatore di particelle energetiche, detto HEPD (High Energy Particle Detector).**

Ulteriore contributo è lo sviluppo del modello ingegneristico delle quattro sonde per la misura del campo elettrico (EFD), montate su appositi boom dispiegabili.

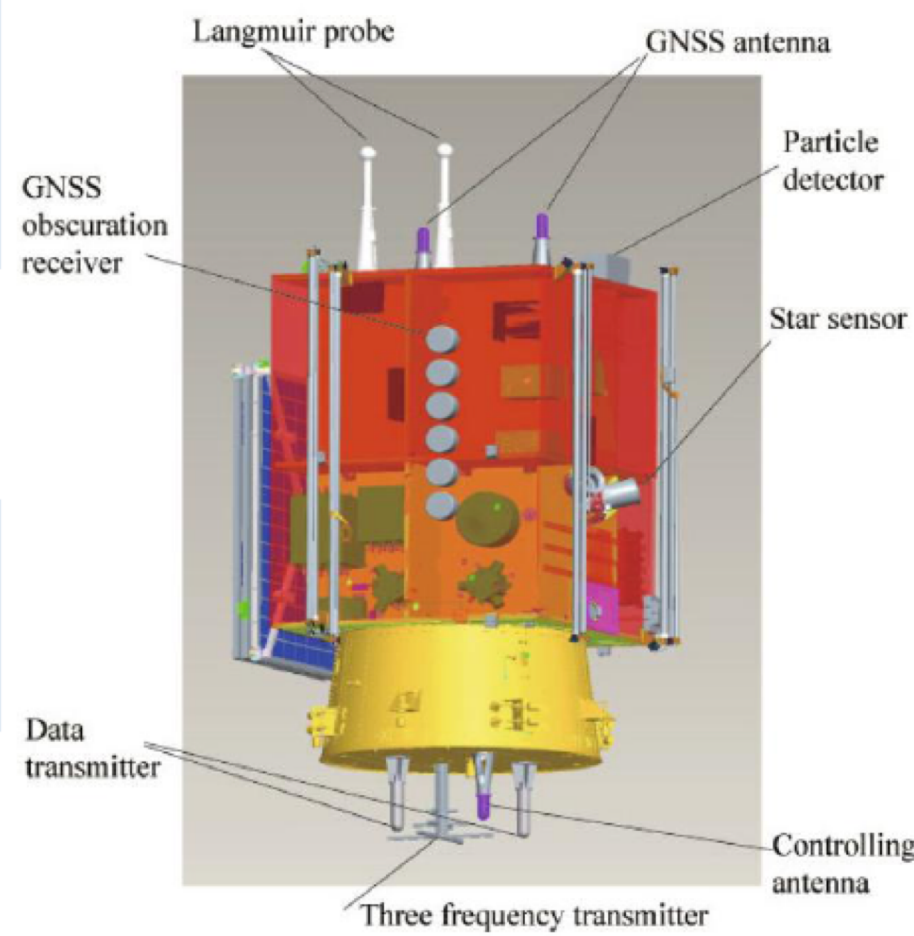
L'interesse della collaborazione italiana alla missione consiste nella **possibilità di sfruttare il volo di CSES per la misura di raggi cosmici di bassa energia (pochi MeV → centinaia di MeV), proseguendo un'indagine dei raggi cosmici che è iniziata 25 anni fa.**

# Instruments onboard CSES

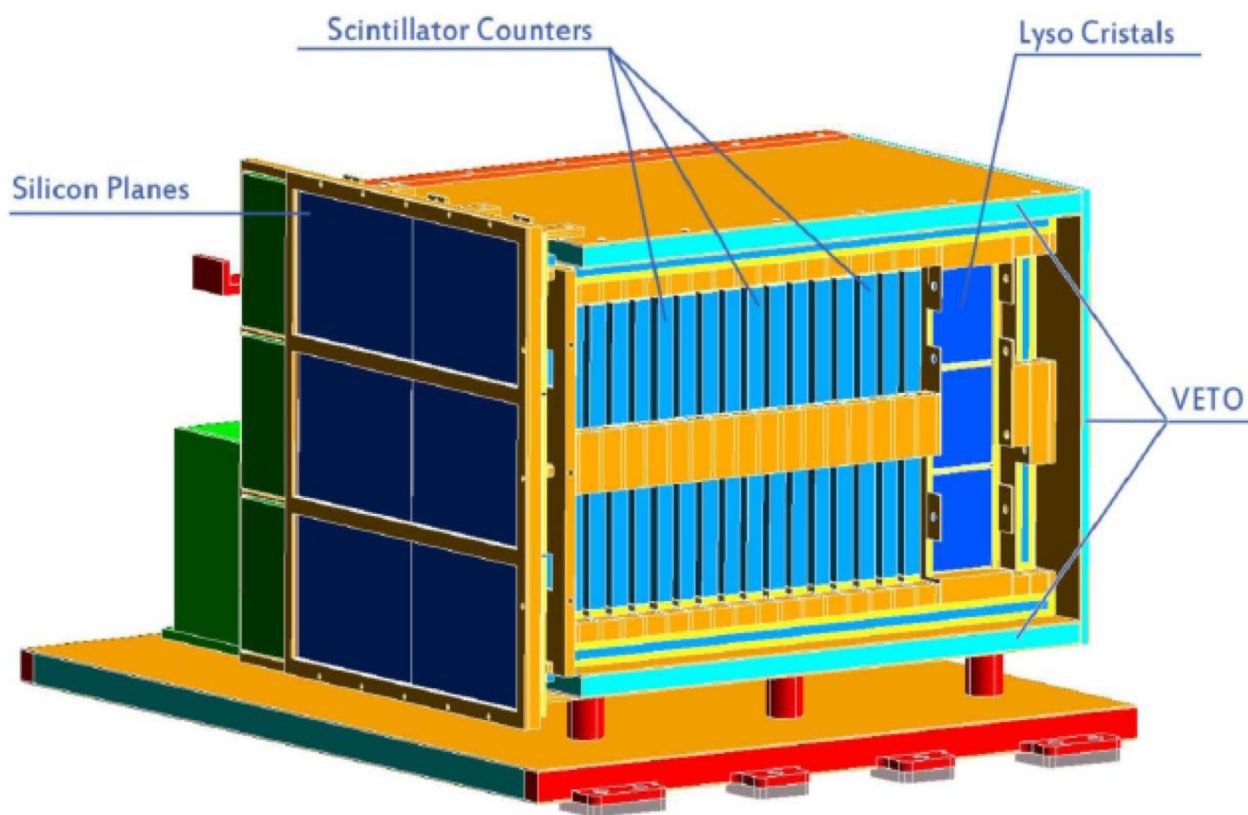
## Measurements

## Instruments

<b>S</b> Electrical and magnetic fields and their perturbations in ionosphere	Search-Coil magnetometer (SCM) Fluxgate magnetometer Electrical field detector (EFD)
Disturbance of plasma in ionosphere	Plasma analyzer (PAP) Langmuir probe (LAP)
Flux and energy spectrum of the particles in the radiation belts	High Energy Particle Package (HEPP) High Energy Particle Detector (HEPD) GPS occultation receiver (GNSS-RO)
Profile of electronic content	Tri-frequency transmitter (TBB)



# The HEPD detector



**Silicon tracker:** two planes of double-side silicon micro-strip detectors placed on the top of the HEPD in order to provide the direction of the incident particle  
(213mm × 213mm × 0.3mm)

**Trigger:** a layer of thin plastic scintillator divided into six segments  
(200mm × 30mm × 5mm each)

**Calorimeter:** a tower of 16 layers of 1 cm thick plastic scintillator planes followed by a 3x3 matrix of inorganic scintillator (LYSO)

The calorimeter volume is surrounded by 5mm thick plastic scintillator planes: **VETO**

All the scintillator detectors (trigger, calorimeter and VETO) are read out by photomultiplier tubes (PMT R9880-210 from Hamamatsu)

# LIMADOU: cose fatte nel 2017/18

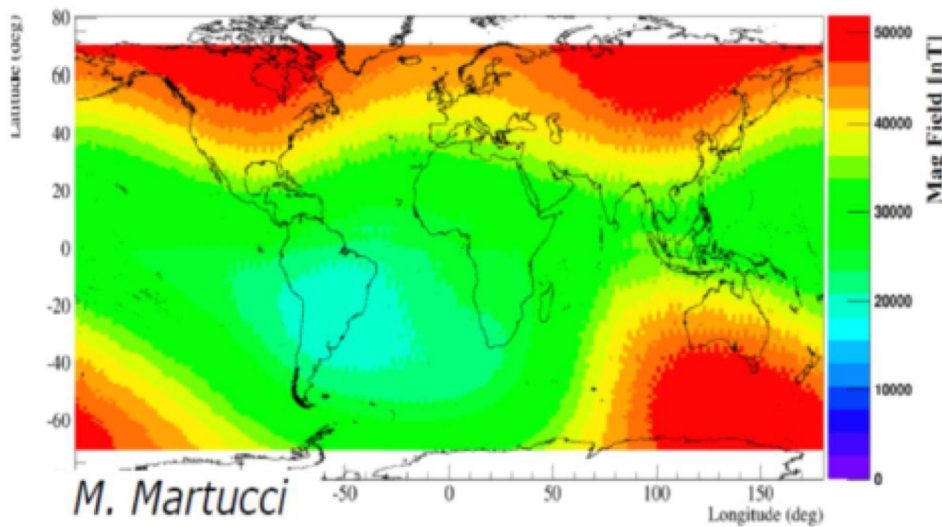
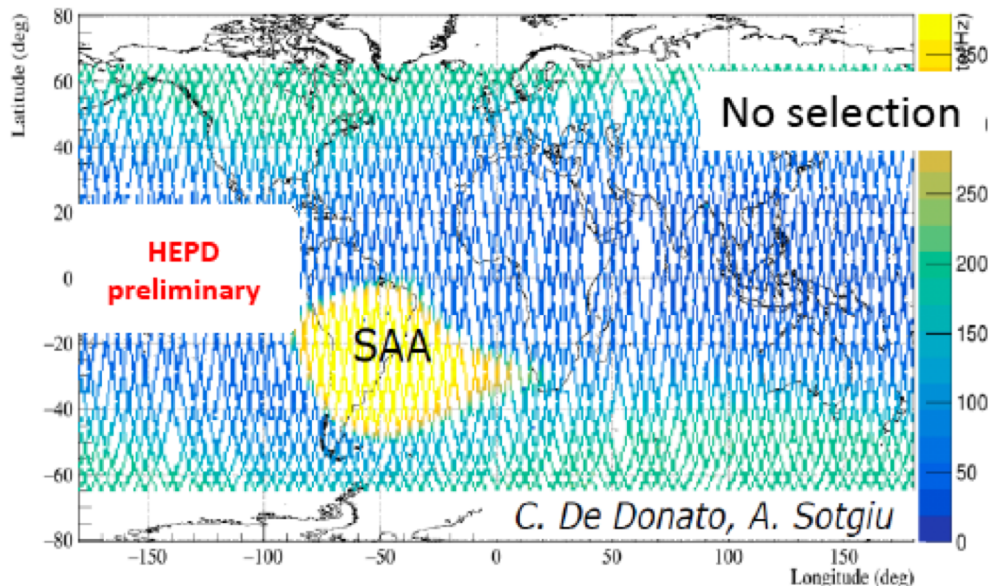
On February 2<sup>nd</sup> 2018 at 3:15 pm (Beijing time, GMT+8) the CSES Satellite was successfully launched from Chinese base “Jiuquan Satellite Launch Center”, located in the Gobi desert in Inner Mongolia.



# Trigger rates

During the commissioning we performed a trigger threshold scan to optimize the detector acceptance

BootN\_167\_orbital\_event\_rate\_Hz\_lat\_long



Raw trigger rate map compared with IGRF-computed field in CSES positions calculated from telemetry data

# LIMADOU: cose da fare nel 2018/19

- **Studio degli eventi di fisica di CSES-1 e beam test:**
  - Fase di **commissioning dopo lancio appena conclusa;**
  - Test su fascio con ioni per il QM a Catania (Giugno 2018);
  - **Prima analisi dei dati.**
  
- **Studio di fattibilità di CSES-2**
  - Un primo contratto ASI iniziato;
  - Modifiche ed upgrade al calorimetro, al tracciatore, all'elettronica;
  - Test su fascio dei prototipi.

# Composizione del gruppo LIMADOU a ToV nel 2018

Ricercatori						
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff.	%
1	Bartocci Simona		Associato	Assegnista	CSN II	100
2	Berrilli Francesco		Associato	Prof. Associato	CSN II	30
3	Casolino Marco		Dipendente	Primo Ricercatore	CSN II	100
4	Conti Livio		Associato	Ricercatore	CSN II	100
5	De Donato Cinzia		Dipendente	Ricercatore	CSN II	70
6	Fornaro Claudio		Associato	Ricercatore	CSN II	100
7	Marcelli Laura		Dipendente	Ricercatore	CSN II	100
8	Merge' Matteo		Associato	Assegnista	CSN II	70
9	Palma Francesco		Associato	Assegnista	CSN II	100
10	Picozza Piergiorgio		Associato	Prof. Ordinario	CSN II	0
11	Piersanti Mirko		Dipendente	Ricercatore	CSN II	100
12	Sotgiu Alessandro		Dipendente	Assegno di Ricerca	CSN II	100
13	Sparvoli Roberta		Associato	Prof. Associato	CSN II	60
14	Vitale Vincenzo		Dipendente	Ricercatore	CSN II	50
<b>Numero Totale Ricercatori</b>					14	FTE: 10.8

Tecnologi						
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff.	%
1	De Persio Fulvio		Dipendente	Tecnologo	CSN II	70
2	De Santis Cristian		Dipendente	Tecnologo	CSN II	100
3	Masciantonio Giuseppe		Dipendente	Tecnologo	CSN II	70
<b>Numero Totale Tecnologi</b>					3	FTE: 2.4

Tecnici						
	Nome	Età	Contratto	Qualifica	Aff.	%
1	Badoni Davide		Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	CSN V	40
2	Cipollone Piero		Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	CSN V	60
<b>Numero Totale Tecnici</b>					2	FTE: 1.0

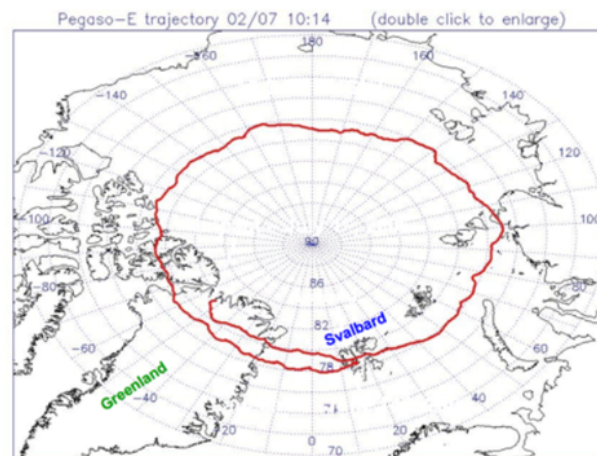
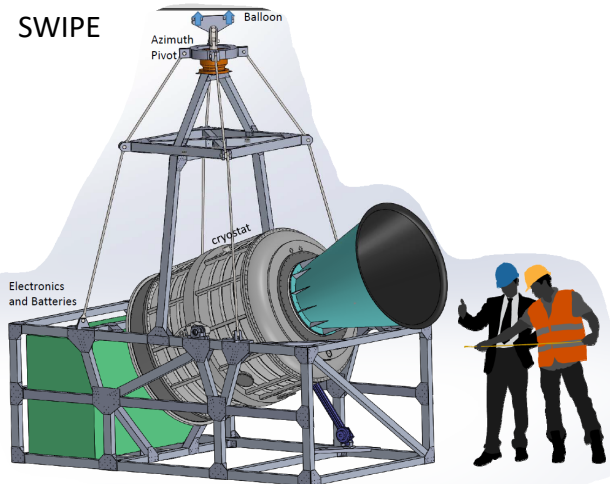


# Preventivi 2018 – LIMADOU

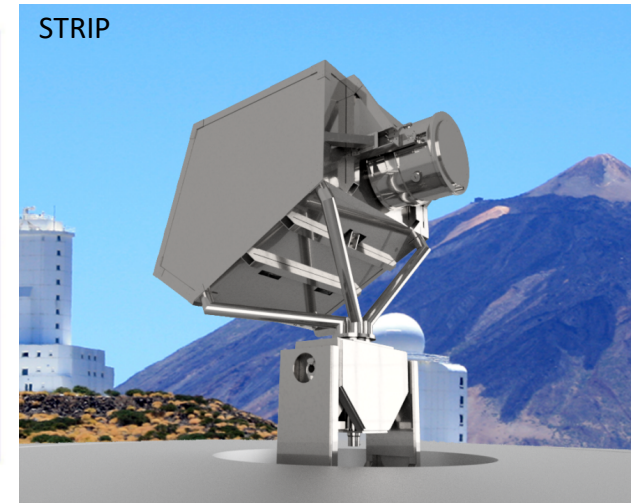
Capitolo	Descrizione	Richiesta (Keuro)
MISSIONI	1. Riunioni analisi dati internazionale CSES-1	10
	2. Riunioni di analisi dati nazionali	5
	3. Test del QM presso acceleratori	3
CONSUMO	1. Materiale di supporto per test su fascio	2
	2. Sviluppo tecnologico CSES-2	30
		<b>50 keuro</b>

- The Large-Scale Polarization Explorer aims at measuring the CMB polarization at large angular scales;
- Two instruments looking at the same sky region, but at different frequency ranges for optimal foreground rejection:
  - STRIP: low frequency (43, 90 GHz), ground based in Teide Observatory (Tenerife, Spain);
  - SWIPE: high frequency (140, 220, 240 GHz), stratospheric balloon flight from Svalbard Islands;
- Sezioni INFN coinvolte: Ferrara, Genova (Resp. Naz. F. Gatti), Milano, Pisa, Sapienza, Tor Vergata, Trieste (dal 2019);
- **Il 2019 è l'anno di inizio della presa dati:** volo dello strumento SWIPE dalle Svalbard (Novembre-Dicembre) e installazione di STRIP alle Canarie (Giugno).

SWIPE

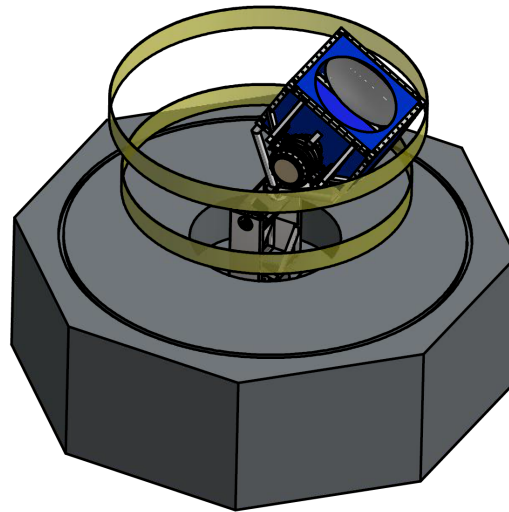


STRIP



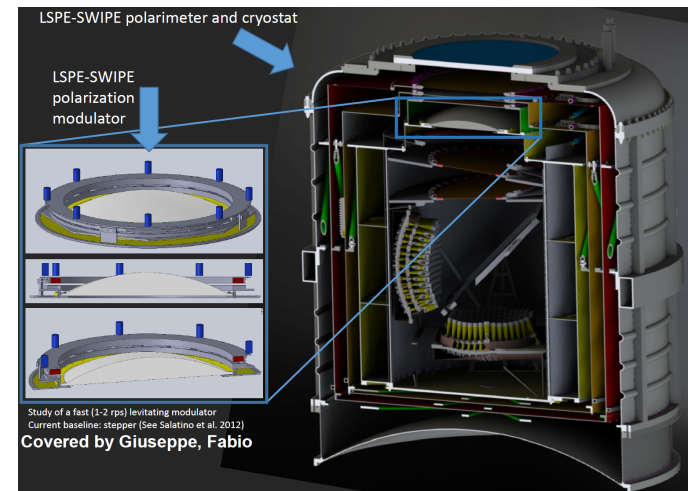
# Attività Roma Tor Vergata

- **SWIPE:** Assemblaggio e test del criostato di volo e test criogenici delle principali componenti (cryo-harness, filtri ottici, cavi criogenici...). Partecipazione al lancio alle Svalbard.
- **STRIP:** lavori di preparazione del sito, analisi termiche e strutturali dello strumento. Partecipazione all'installazione e al commissioning a Tenerife.
- **Analisi dati (SWIPE+STRIP):** sviluppo e costruzione di diversi stadi della pipeline per l'analisi dei dati; simulazioni dello strumento; metodi di calibrazione; map-making; stime di spettri angolari, stima parametri cosmologici...



STRIP: simulazione 3D del moto del telescopio

SWIPE: criostato di volo



# Richieste finanziarie e anagrafica 2018

Missioni (Tenerife + Svalbard + Meet. Coll.)	25 k€
Altro Consumo (LHe e LN2)	40 k€
Consumo (Materiali e lavorazioni)	6 k€
Inventario (Stumentazione criogenica)	2 k€
Licenze software (Ansys)	2 k€
Apparati (Lavori preparaz. sito)	10 k€
Totale	85 k€

(ancora in fase di definizione)

Nominativo	Qualifica	FTE
Cesarini Elisabetta	Ricercatore Univ.	0,10
Coccia Eugenio	PO	0,40
D'Antonio Sabrina	Tecnologo INFN	0,30
De Gasperis Giancarlo	Ricercatore Univ.	0,30
Fafone Viviana	PO	0,30
Lorenzini Matteo	Ricercatore INFN (GSSI)	0,40
Lukovi'c Vladimir	Post Doc	0,30
Alessio Rocchi	Ricercatore INFN (Resp. Loc)	0,40
Nicola Vittorio	PO	0,30
Totale FTE		2,8

# QUBIC

the **Q** and **U** Bolometric Interferometer for **C**osmology



# The QUBIC Collaboration



APC Paris, France

IAS Orsay, France

CSNSM Orsay, France

IRAP Toulouse, France

Maynooth University, Ireland

Università di Milano-Bicocca & INFN, Italy

Università degli studi, Milano & INFN, Italy

Università La Sapienza, Roma & INFN, Italy

Università Tor Vergata, Roma & INFN, Italy

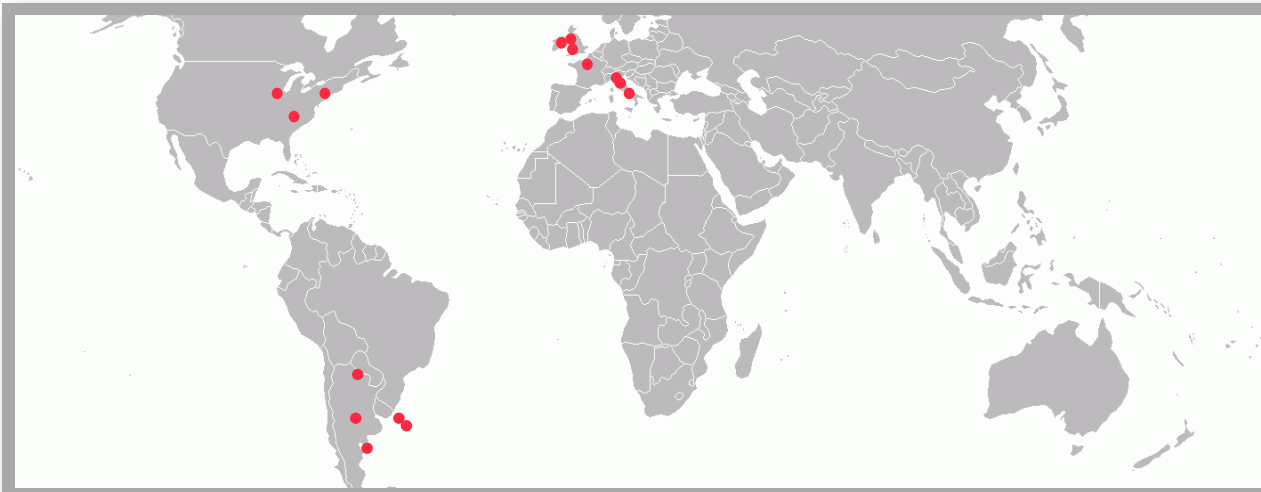
University of Manchester, UK

Cardiff University, UK

Richmond University, USA

Brown University, USA

University of Wisconsin, USA



J. Aumont<sup>7</sup>, S. Banfi<sup>13</sup>, P. Battaglia<sup>14</sup>, E.S. Battistelli<sup>17</sup>, A. Baù<sup>13</sup>, B. Bélier<sup>8</sup>, D. Bennett<sup>15</sup>, L. Bergé<sup>6</sup>, J.Ph. Bernard<sup>9</sup>, M. Bersanelli<sup>14</sup>, M.A. Bigot-Sazy<sup>1</sup>, N. Bleurvacq<sup>1</sup>, G. Bordier<sup>1</sup>, J. Brossard<sup>1</sup>, E.F. Bunn<sup>16</sup>, D. Buzi<sup>17</sup>, D. Cammilleri<sup>1</sup>, F. Cavaliere<sup>14</sup>, P. Chanial<sup>1</sup>, C. Chapron<sup>1</sup>, G. Coppi<sup>12</sup>, A. Coppolecchia<sup>17</sup>, F. Couchot<sup>11</sup>, G. D'Alessandro<sup>17</sup>, P. De Bernardis<sup>17</sup>, M. de Petris<sup>17</sup>, T. Decourcelle<sup>1</sup>, F. Del Torto<sup>14</sup>, L. Dumoulin<sup>5</sup>, C. Franceschet<sup>13</sup>, A. Etchegoyen<sup>10</sup>, B. Garcia<sup>10</sup>, A. Gault<sup>18</sup>, D. Gayer<sup>15</sup>, M. Gervasi<sup>13</sup>, A. Ghribi<sup>1</sup>, M. Giard<sup>9</sup>, Y. Giraud-Héraud<sup>1</sup>, M. Gradziel<sup>15</sup>, L. Grandsire<sup>1</sup>, J.Ch. Hamilton<sup>1</sup>, D. Harari<sup>19</sup>, V. Haynes<sup>12</sup>, S. Henrot-Versillé<sup>11</sup>, N. Holtzer<sup>5</sup>, J. Kaplan<sup>1</sup>, A. Korotkov<sup>2</sup>, J. Lande<sup>5</sup>, S. Loucatos<sup>1</sup>, A. Lowitz<sup>18</sup>, B. Maffei<sup>7</sup>, S. Marnieros<sup>5</sup>, J. Martino<sup>7</sup>, S. Masi<sup>17</sup>, C. Medina<sup>6</sup>, M. McCulloch<sup>12</sup>, A. May<sup>12</sup>, S. Melhuish<sup>12</sup>, A. Mennella<sup>14</sup>, L. Montier<sup>9</sup>, A. Murphy<sup>15</sup>, D.Néel<sup>5</sup>, M.W. Ng<sup>12</sup>, C. O'Sullivan<sup>15</sup>, F.Pajot<sup>9</sup>, A. Passerini<sup>13</sup>, C. Perbost<sup>1</sup>, O. Perdereau<sup>11</sup>, F. Piacentini<sup>17</sup>, M. Piat<sup>1</sup>, L. Piccirillo<sup>12</sup>, G. Pisano<sup>4</sup>, D. Prêle<sup>1</sup>, R. Puddu<sup>17</sup>, D. Rambaud<sup>9</sup>, O. Rigaut<sup>5</sup>, G. Romero<sup>6</sup>, M. Salatino<sup>17</sup>, A. Schillaci<sup>17</sup>, S. Scully<sup>15</sup>, M. Stolpovskiy<sup>1</sup>, A. Tartari<sup>1</sup>, P. Timbie<sup>18</sup>, M. Tristram<sup>11</sup>, G. Tucker<sup>2</sup>, D. Viganò<sup>14</sup>, F. Voisin<sup>1</sup>, B. Watson<sup>12</sup> and M. Zannoni<sup>13</sup>

91 Collaborators

19 Institutes

6 countries

**White Paper:**

arXiv:1010.0645

Astroparticle Physics

34 (2011) 705–71

**QUBIC TDR on arXiv  
this week...**

# QUBIC INFN Roma2 – 2018

## Ricercatori

	Nome	Contratto	Qualifica	Aff.	FTE% QUBIC
1	<b>Buzzelli Alessandro</b>	Associato	Dottorando	CSN II	<b>20</b>
2	<b>D'Agostino Rocco</b>	Associato	Dottorando	CSN II	<b>80</b>
3	<b>De Gasperis Giancarlo</b>	Associato	Ricercatore	CSN IV	<b>40</b>
4	<b>Lukovic Vladimir</b>	Associato	Assegnista	CSN II	<b>20</b>
5	<b>Vittorio Nicola</b>	Associato	Prof. Ordinario	CSN IV	<b>20</b>
<b>Numero Totale Ricercatori: 5</b>					<b>FTE: 1.8</b>

### Attività Svoluta:

- Contributo alla pipeline di analisi dati;
- Simulazioni dello strumento;
- Metodi di calibrazione;
- **Map-making; stime di spettri angolari, stima parametri cosmologici...**
- Simulazioni e analisi dati simulati del piano focale di QUBIC  
(In collaborazione con J.C. Hamilton -APC Paris, e J.P. Bernard - IRAP Toulouse);
- (Mennella, A., Ade, P. A. R., Aumont, J., et al. 2018, ArXiv e-prints , arXiv:1801.03730).

# Assegnazioni e spese 2018

	Stanziati	Spesi	Disponibili:
Missioni	3000€	1.246,93	1.753,07€
Hardware	1500€	0	1500€

- Due missioni a Tolosa (al 18 luglio 2018);
- Previste due missioni a Parigi;
- In programma: Spesa per server per test software di analisi dati in locale.



# QUBIC INFN Roma2 – 2019

## Ricercatori

	Nome	Contratto	Qualifica	Aff.	FTE%
1	<del>Buzzelli Alessandro</del>	Associato	Dottorando	CSN II	<del>20</del>
2	<del>D'Agostino Rocce</del>	Associato	Dottorando	CSN II	<del>80</del>
3	<b>De Gasperis Giancarlo</b>	Associato	Ricercatore	CSN IV	<b>60</b>
4	<b>Lukovic Vladimir</b>	Associato	Assegnista	CSN II	<b>20</b>
5	<b>Vittorio Nicola</b>	Associato	Prof. Ordinario	CSN IV	<b>20</b>
<b>Numero Totale Ricercatori: 3+?</b>					<b>1.0</b>

- **I due dottorandi presenti termineranno a fine 2018!**
- La sigla necessita di FTE: in corso di rimodulazione; 1 o 2 Ph.D previsti per il 2019;
- **Richieste 2019: Missioni (Come per il 2018): 6500€**

(Partecipazione a 6 meeting della collaborazione QUBIC per 2 persone - due giorni ciascun meeting. Si assumono 200 Euro per un viaggio andata e ritorno e 160 Euro di vitto e alloggio al giorno)

# Virgo @ Roma Tor Vergata

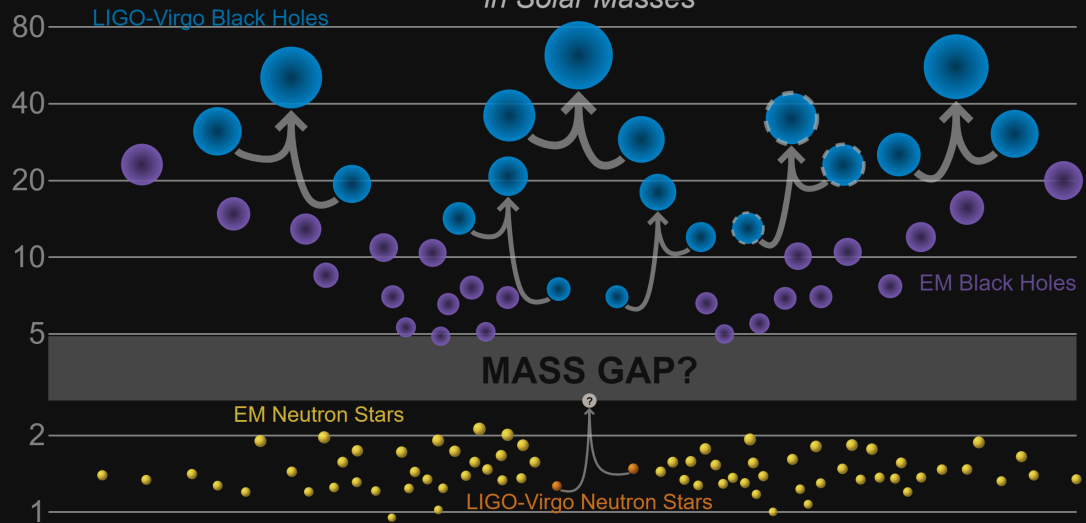
## Preventivi 2019

**I primi due run osservativi si sono conclusi il 25 agosto 2017**

- Primo run - O1 (Settembre 2015 – Gennaio 2016)
  - Risultati: due segnali da coalescenza BH-BH rivelati (più uno non confermato)
- Secondo run – O2 (30 Novembre 2016 – 25 Agosto 2017)
  - Risultati: tre segnali da coalescenza BH-BH + 1 segnale da coalescenza BH-NS

### Masses in the Stellar Graveyard

*in Solar Masses*



Una nuova popolazione di BH sta emergendo → processo di formazione?

# Virgo in O2

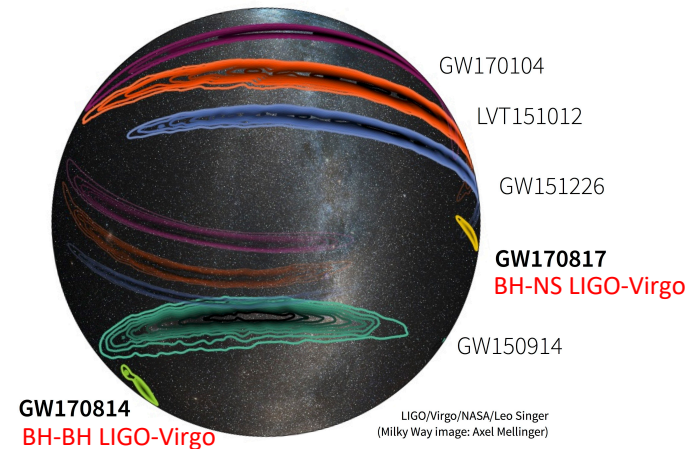
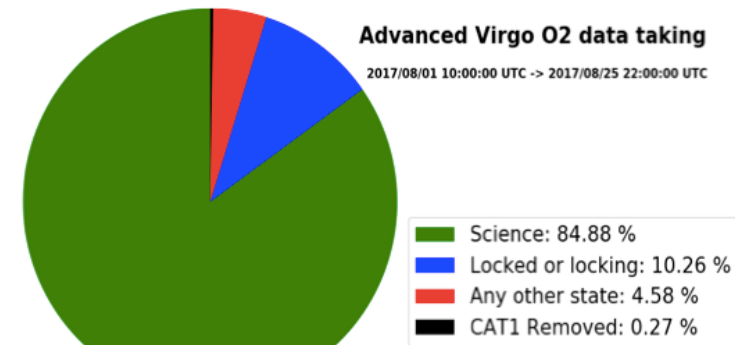
Virgo si è affiancato ai due LIGO il primo agosto 2017 (A. Rocchi commissioning coordinator da Febbraio 2017)

**Il duty cycle di Virgo è stato il migliore del network: circa 85%**

**Segnali osservati in coincidenza tripla: 1 BH-BH e 1 BH-NS**

## Contributo scientifico di Virgo nel network

- Aumento del set di dati LH  $\rightarrow$  LH + LV + HV + LHV
- Aumento della copertura del cielo
- Miglioramento nella localizzazione della sorgente
  - BH-BH: da  $1200^\circ^2$  (solo LIGO) a  $60^\circ^2$  (LIGO-Virgo)
  - BH-NS:  $28^\circ^2$  (90% probability)
- Misura della polarizzazione dell'onda gravitazionale
- Miglioramento nella determinazione della distanza
- Miglioramento nella stima dei parametri
- Possibilità di effettuare coincidenze triple  $\rightarrow$  migliore significatività statistica



# Risultati delle osservazioni con Virgo

- **GW170814 (BH-BH)**

- Per la prima volta, grazie all'aggiunta di un terzo rivelatore, è possibile sondare la natura degli stati di polarizzazione (PRL, 119, 141101 (2017))

- **GW170817 (BH-NS)**

- Primo evento accompagnato da una controparte elettromagnetica:
- GRB osservato da Fermi e INTEGRAL 1.7 s dopo l'o.g. → la coalescenza di due stelle di neutroni è progenitore di (almeno alcuni) GRB short
- Emissione di kilonova osservata per la prima volta grazie all'identificazione della galassia ospite (NGC4993)

- **Primi studi sull'equazione di stato**

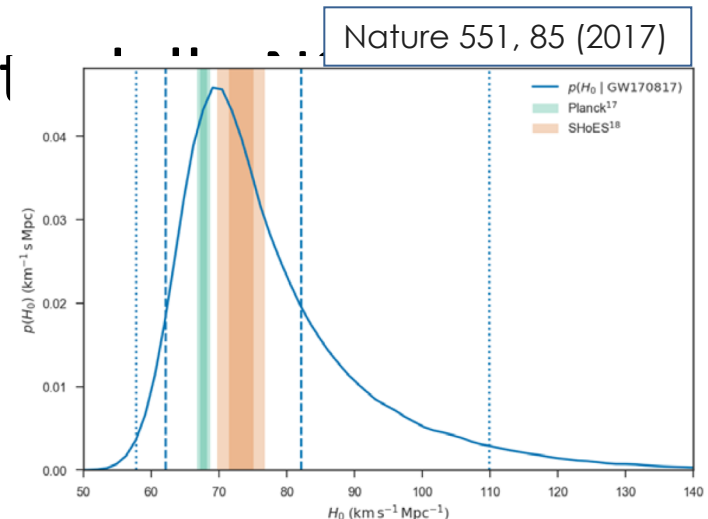
- Test di fisica fondamentale:

- velocità di propagazione dell'o.g. uguale a  $c$  a meno di una parte su  $10^{15}$ .

- Principio di equivalenza o.g./onda em: verificato a meno di una parte su  $10^6$

- Cosmologia: **misura della costante di Hubble indipendente dalla scala di distanze.**

Precisione della misura migliorabile nel prossimo futuro fino a  $\sim 1\%$ .



# Programma run osservativi nel medio termine

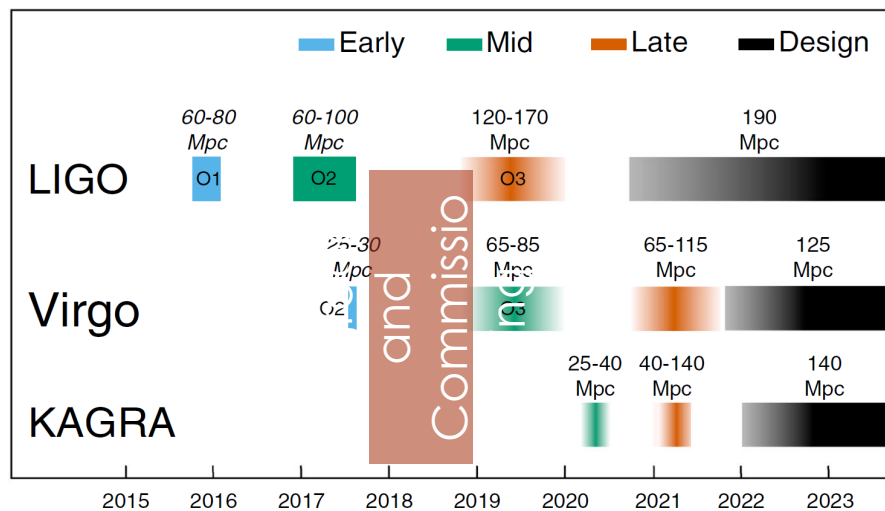
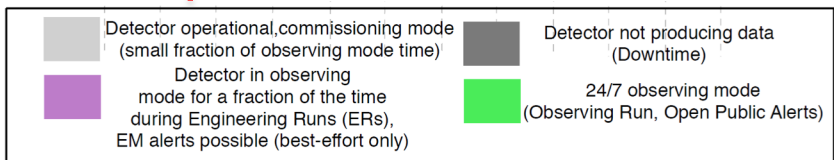
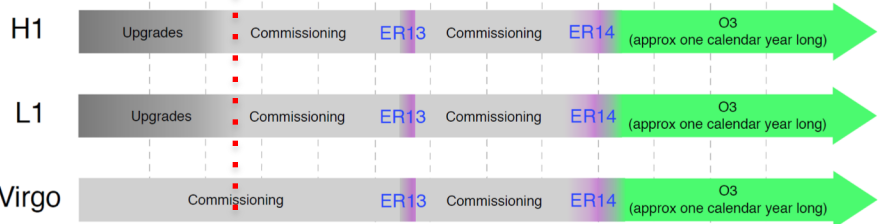
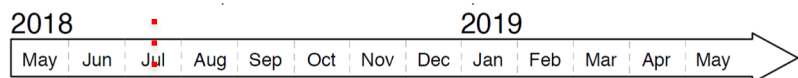
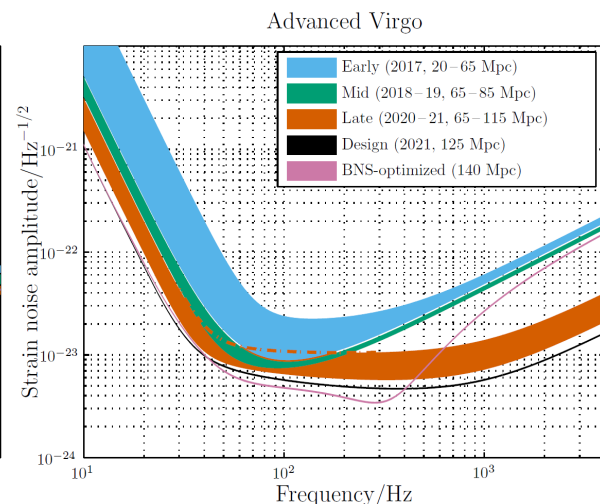
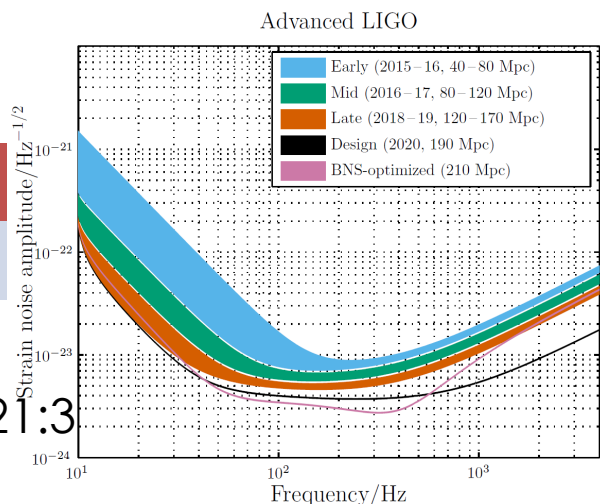
L'inizio del prossimo run osservativo (O3) è previsto a Febbraio 2019 (durata ~ 1 anno)

Expected rates in O3

**NS-NS      NS-BH      BH-BH**

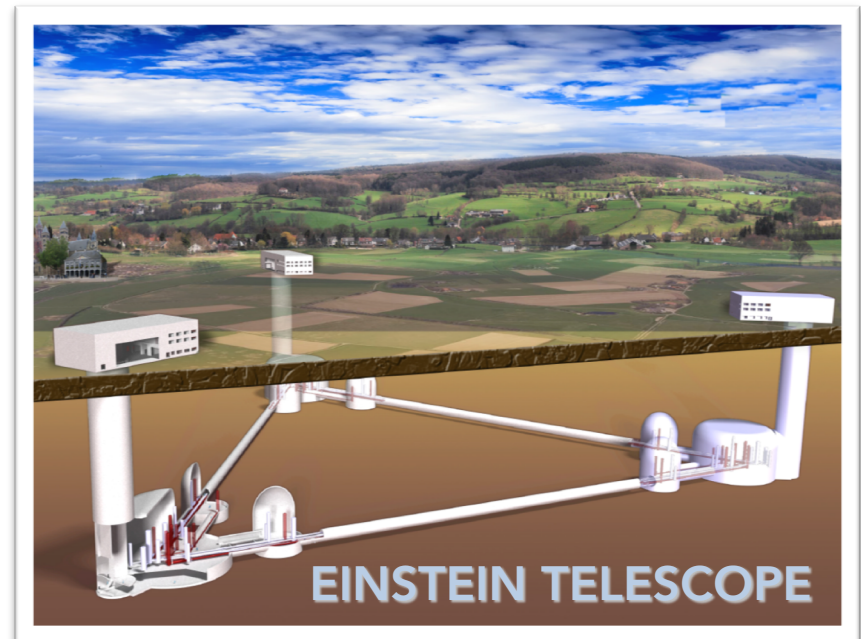
$9_{-7}^{+19}$        $1_{-1}^{+28}$        $35_{-26}^{+78}$

Living Rev Relativ (2018) 21:3



# Programma di upgrade

- AdV+: una serie di miglioramenti in grado di aumentare la sensibilità dei rivelatori sfruttando le infrastrutture attuali (frequenza di eventi 5-10 volte maggior rispetto a O3)  
Timeline: ~ 2023
- Einstein Telescope: nuovo interferometro in grado di osservare l'universo primordiale. Sensibilità 1 ordine di grandezza migliore. Nuova sigla CSN2: ET-Italia (vedi presentazione V. Fafone)  
Timeline: ~ 2030
- 6 interferometri collocati
- Bracci lunghi 10 km
- Sotterraneo e criogenico



# Virgo @ Roma Tor Vergata

## Principali responsabilità gruppo Virgo Tor Vergata nella Collaborazione Virgo

- V. Fafone

- Chair del Virgo Editorial Board (da Febbraio 2017)

- Responsabile nazionale (da Settembre 2018)

- A. Rocchi

- Commissioning Coordinator (da Febbraio 2017)

## Attività 2019 gruppo Virgo Tor Vergata

- Contributo al commissioning di Advanced Virgo per il miglioramento della sensibilità

- Proseguimento altre attività di R&D:

- Sviluppo sistemi avanzati di controllo delle aberrazioni sia negli specchi dell'interferometro che per minimizzare e perdite nel sistema di luce squeezed per l'abbattimento del rumore quantistico

- caratterizzazione di coating innovativi per l'abbattimento del rumore termico

- Attività di analisi dati:

- Ricerca di segnali continui emessi da NS in rotazione

- Analisi multimessenger: segnali gravitazionali in coincidenza con  $\nu$  e con segnali e.m. (GRB, X, radio, ottico)



# Virgo @ Roma Tor Vergata

Anagrafica 2019 (in via di definizione)

Responsabile Locale : V. Fafone

Arciprete Fabrizio	P.A.	30
Ascenzi Stefano	Dott.	100
Cesarini Elisabetta	A.R.	90
Fafone Viviana	P.O.	70
Iess Alberto	Dott	100
Khan Imran	Dott (Gr w n)	100
Lumaca Diana	Dott	100
Nardecchia Ilaria	A.R.	100
Placidi Ernesto	Ricercatore	30
Rocchi Alessio	Ricercatore	60
		Tot FTE 7.8
Tecnologi		
D'Antonio Sabrina	Art. 23	70
Minenkov Yury	Primo tecnologo	70
		Tot FTE 1.4

Preventivi in fase di definizione

Richieste servizi: servizio elettronica 4 M.U. / officina meccanica 4 M.U.