

# KM3NET

---

R. Coniglione  
LNS-INFN

# La sigla KM3NeT

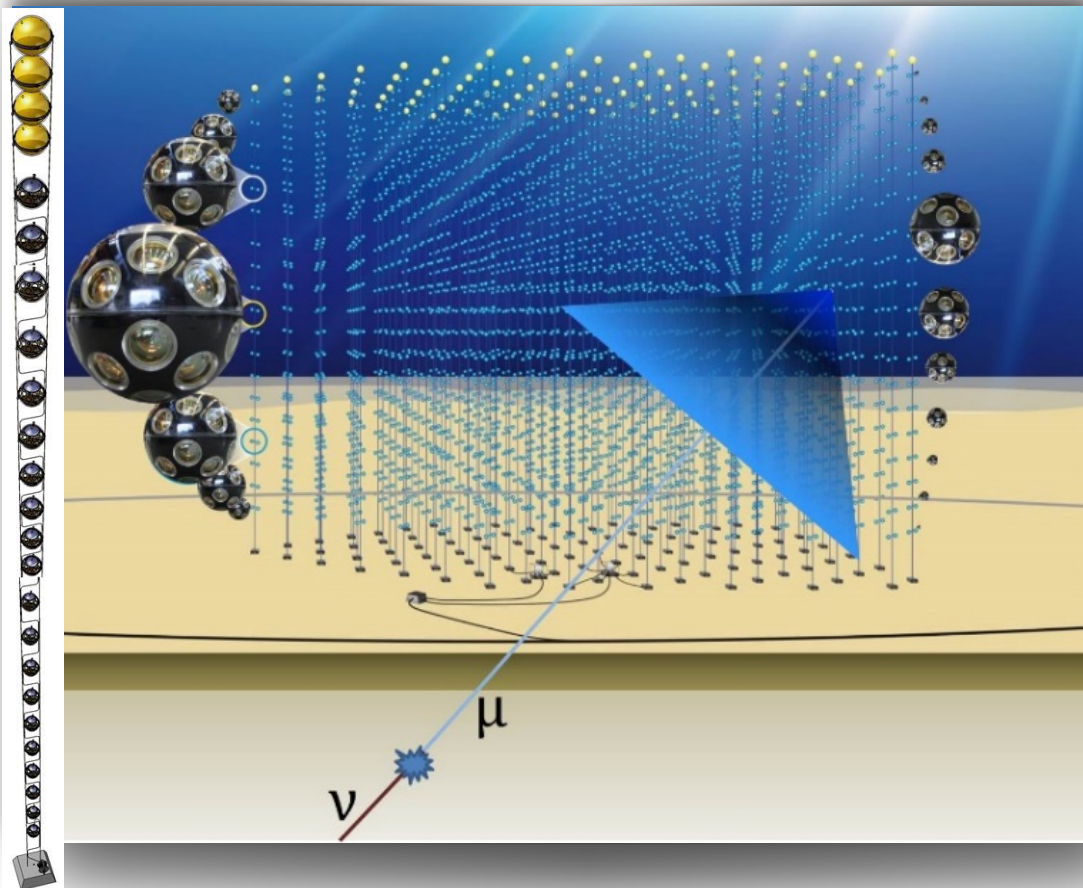
Resp. Nazionale G. Cuttone

La sigla KM3NeT comprende:

- Attività **KM3NeT**
  - ARCA
    - Rivelazione di neutrini di alta energia ( $>1$  TeV) da sorgenti cosmiche - rivelatore in costruzione a Capo Passero
  - ORCA
    - Rivelazione di neutrini atmosferici per lo studio delle proprietà fondamentali del neutrino ( $E < 100$  GeV) - rivelatore al largo delle coste di Tolone in costruzione
- Attività **ANTARES**
  - Piccolo rivelatore per la neutrino astronomia che prende dati da più di 12 anni e prossimo alla chiusura - rivelatore al largo delle coste di Tolone



# I rivelatori di KM3NeT



Detection Unit (DU)

## ORCA

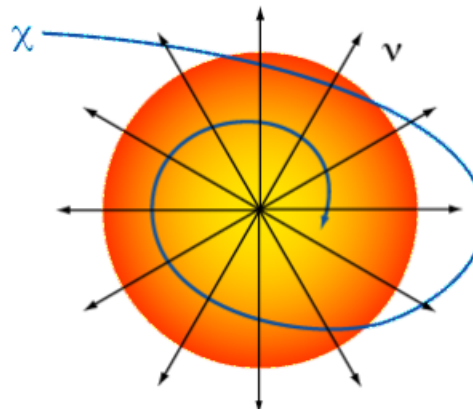
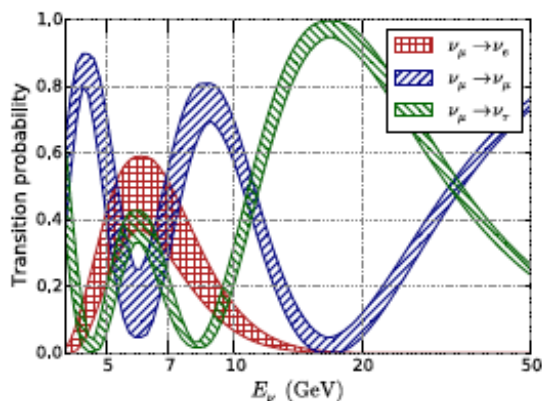
- Depth ~2500 m
- **One block** of 115 Detection Units
- Average distance between Detection Units ~20 m
- Average vertical distance between DOMs ~9 m
- **Volume  $\approx 8$  Mton**

## ARCA

- Depth ~3500 m
- **Two blocks** of 115 Detection Units each
- Average distance between Detection Units ~90 m
- Vertical distance between DOMs ~36 m
- **Volume  $(0.5 \times 2) \text{ km}^3 \approx 1 \text{ Gton}$**

Stessa tecnologia per i due rivelatori

# Il range di energia



**Low Energy**

**Few GeV < E < 50 GeV**

**Medium Energy**

**10 GeV < E < 1 TeV**

**High Energy**

**E > 1 TeV**

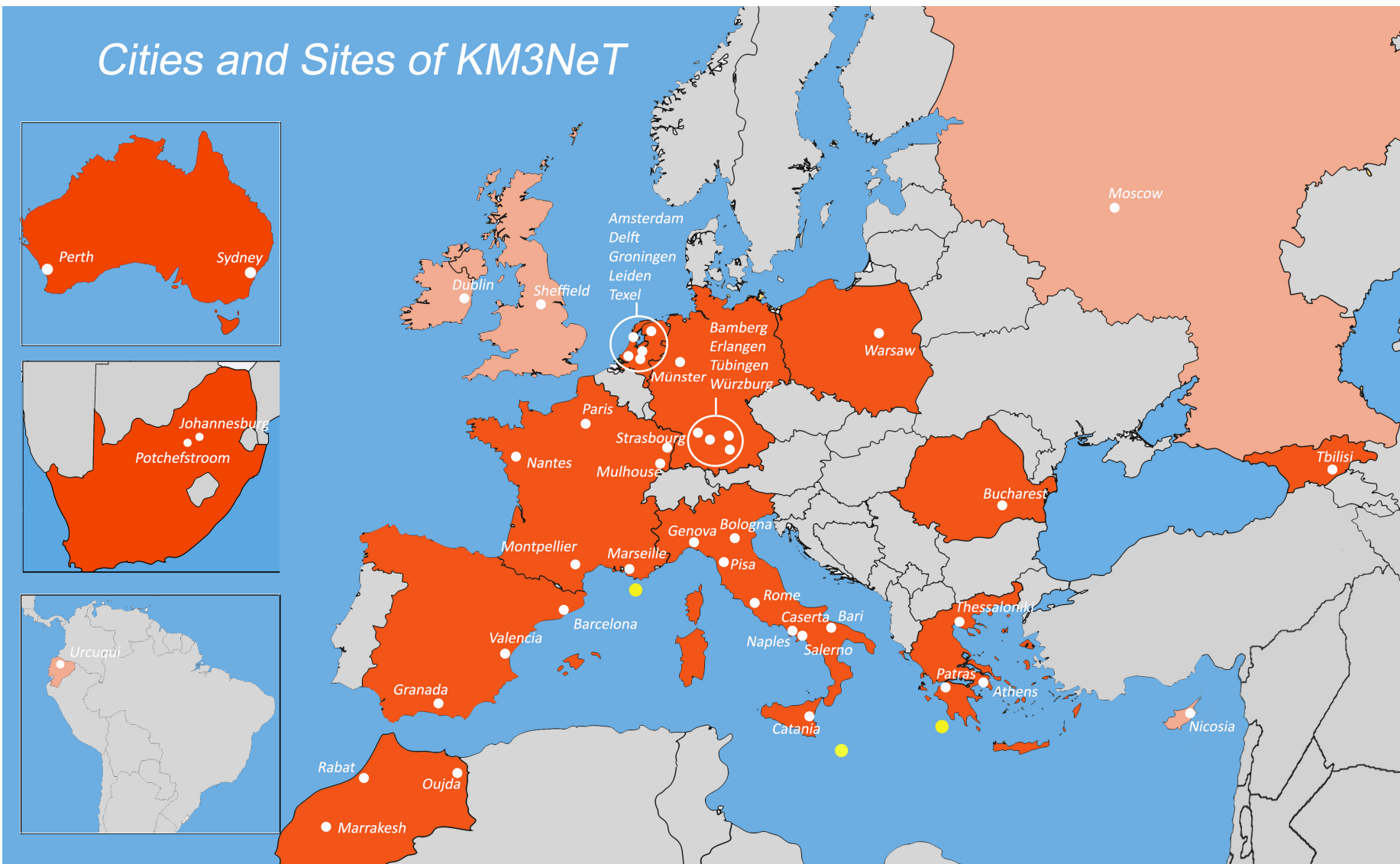
Oscillation studies   Dark Matter   Astrophysics

KM3NeT/ORCA   ANTARES & KM3NeT/ARCA



# KM3NeT collaboration

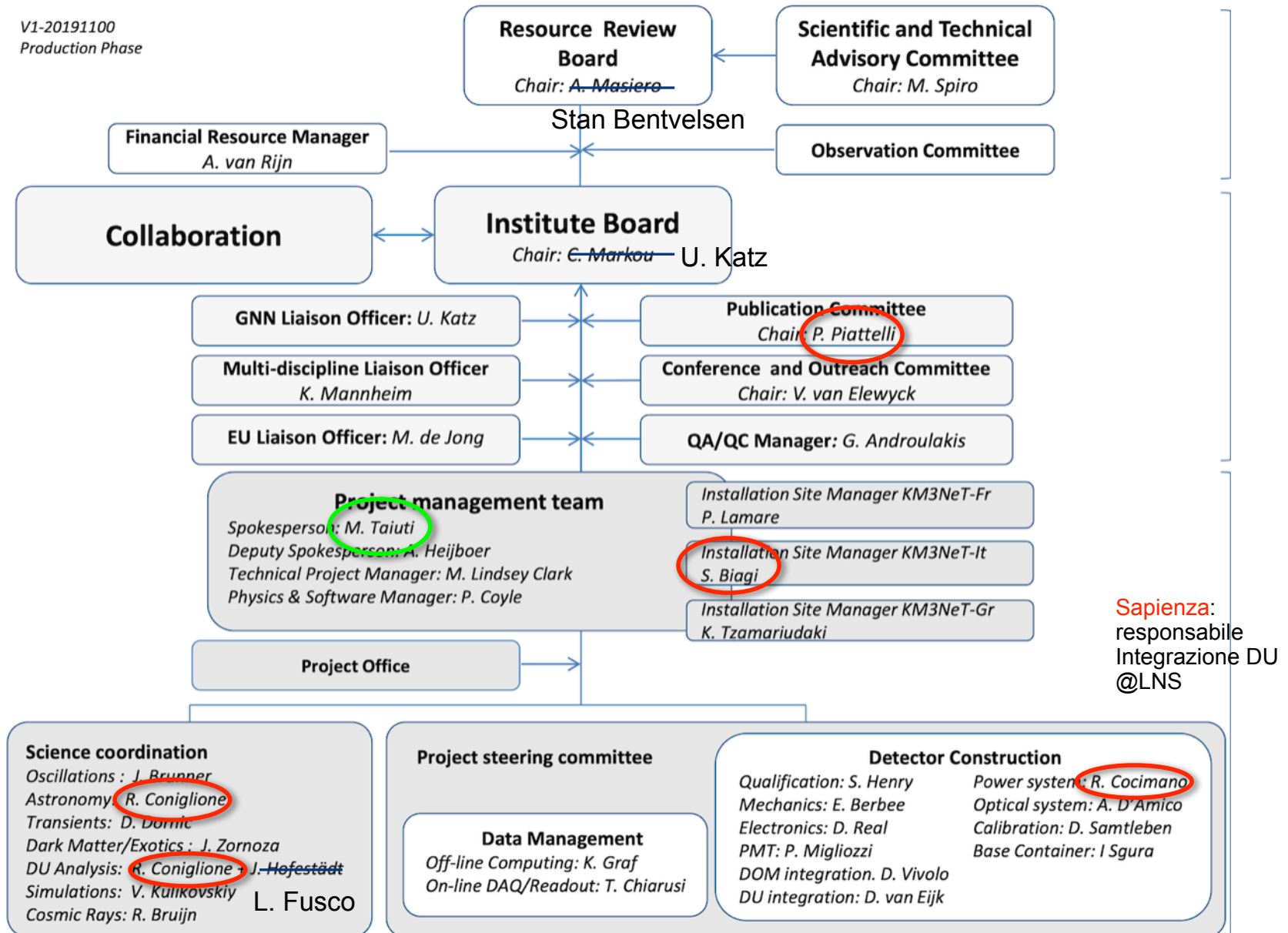
## *Cities and Sites of KM3NeT*



57 Istituti in 47 Città - 18 Paesi  
Circa 250 collaboratori

# KM3NeT Organigramma

V1-20191100  
Production Phase



# STATUS KM3NeT

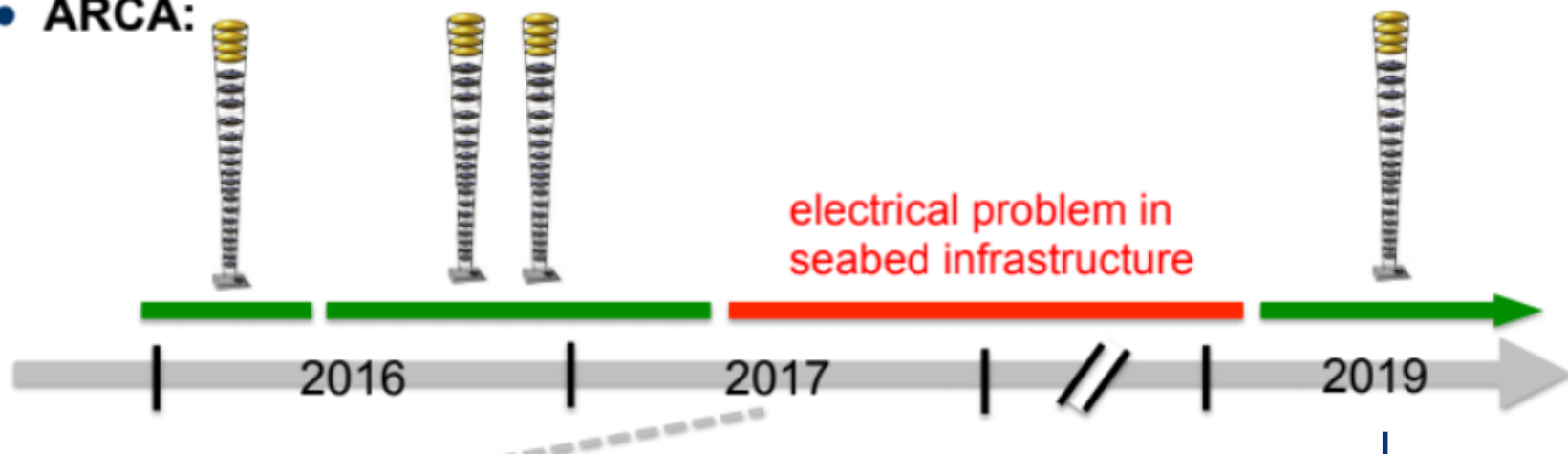
## ORCA -

- 6 stringhe prendono attualmente dati



# STATUS KM3NeT

- ARCA:



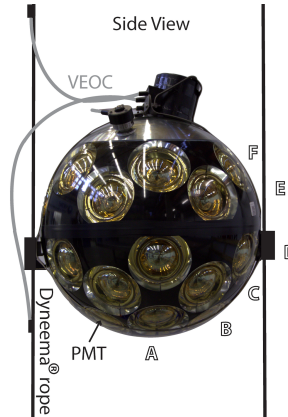
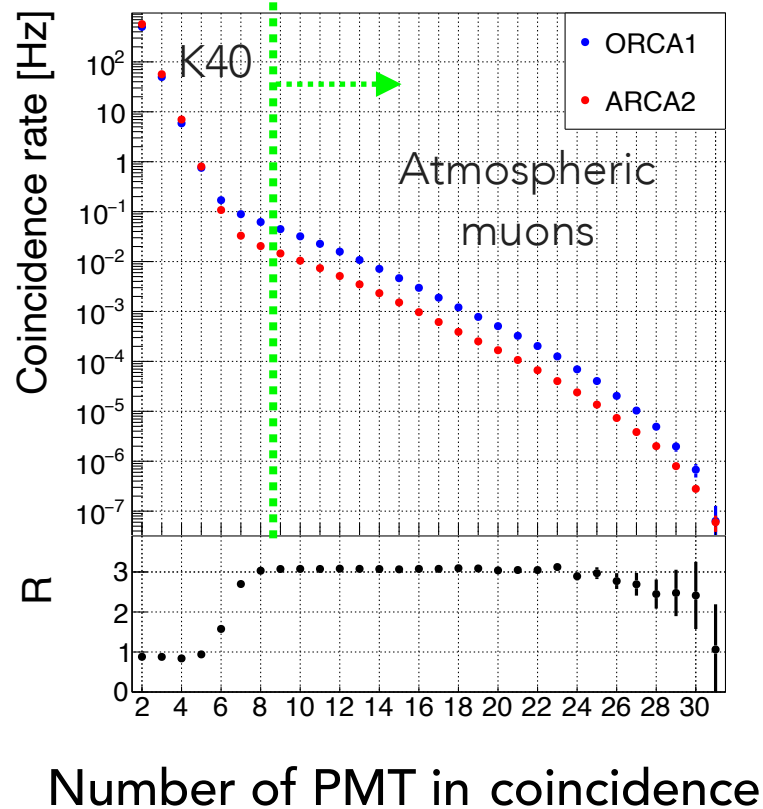
**Novembre 2019**

Rivelatore spento per permettere il rifacimento della stazione di terra di Capo Passero

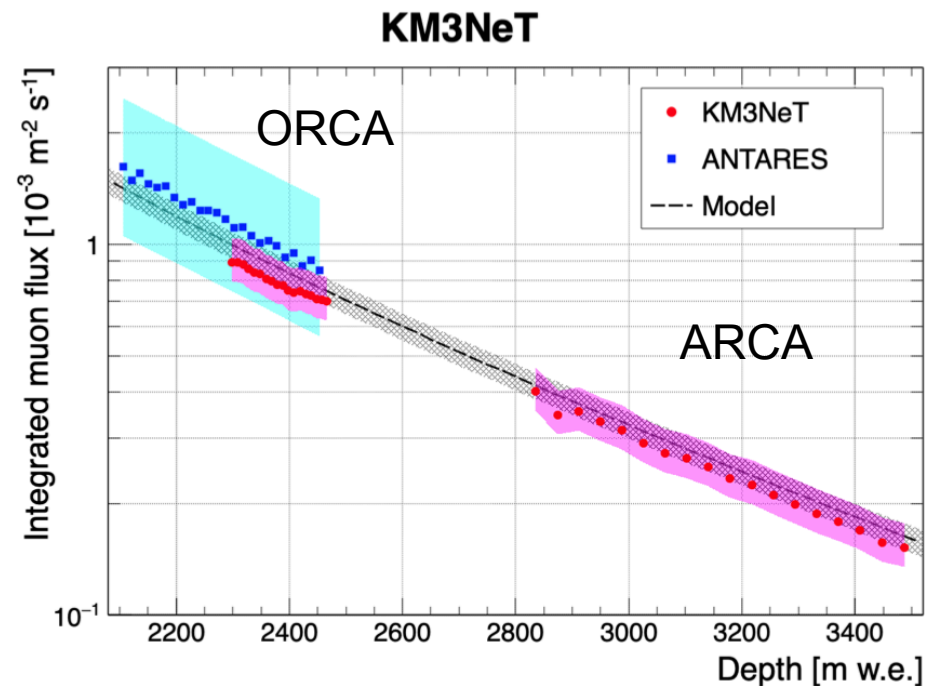
# I risultati di fisica



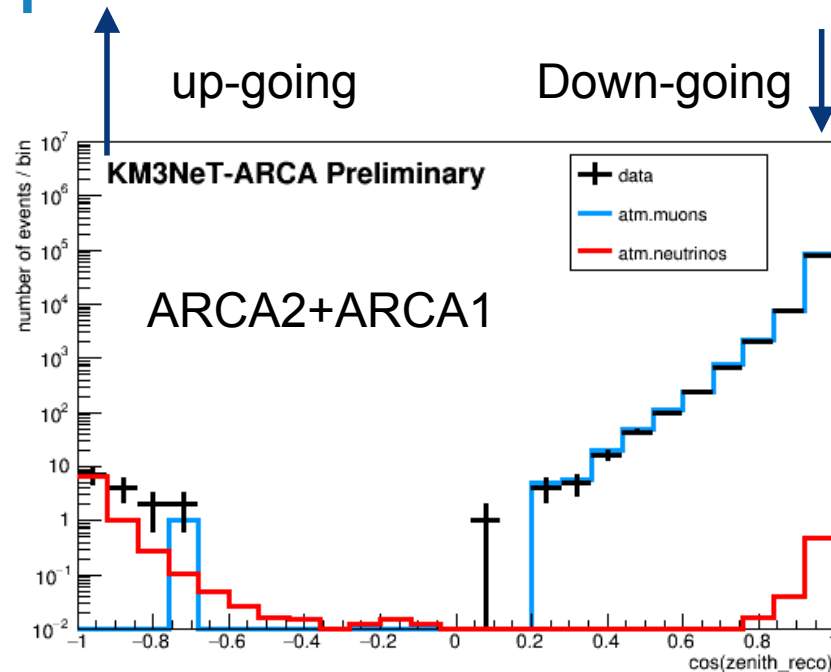
# Misura dei muoni atmosferici in funzione della profondità



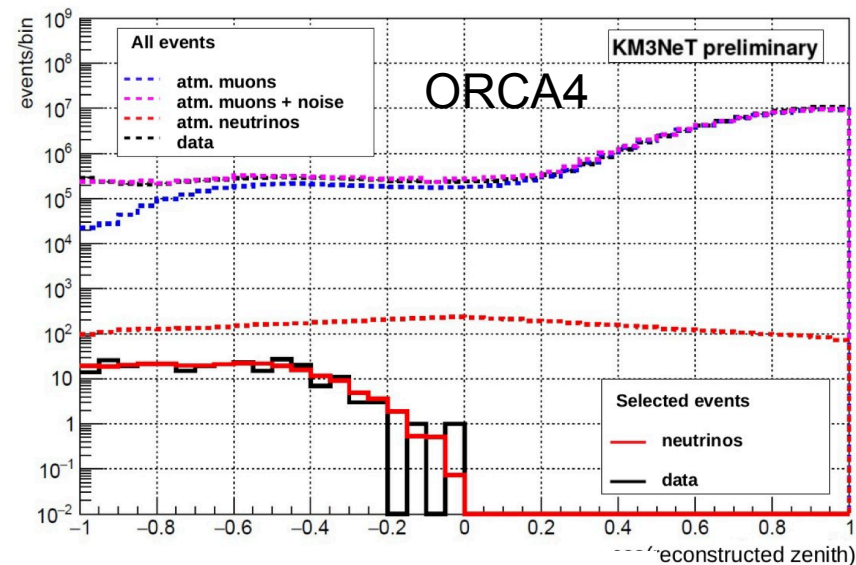
Modulo ottico con 31 PMT da 3"



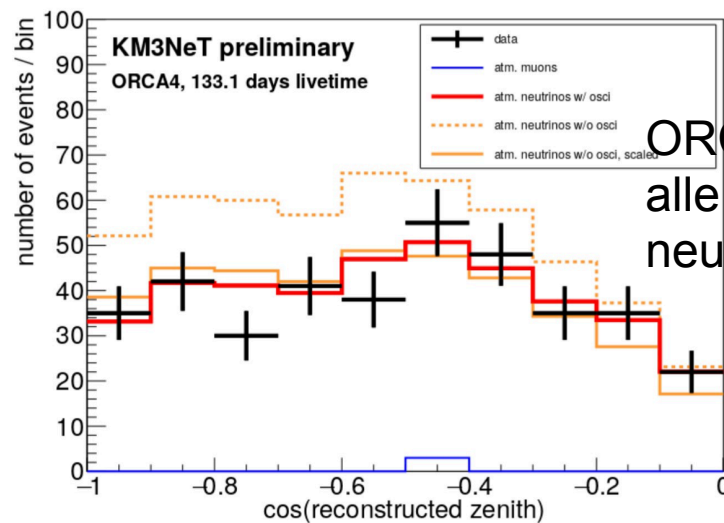
# I primi neutrini rivelati



Applicati tagli di qualità per eliminare fondo di muoni atmospheric ricostruiti

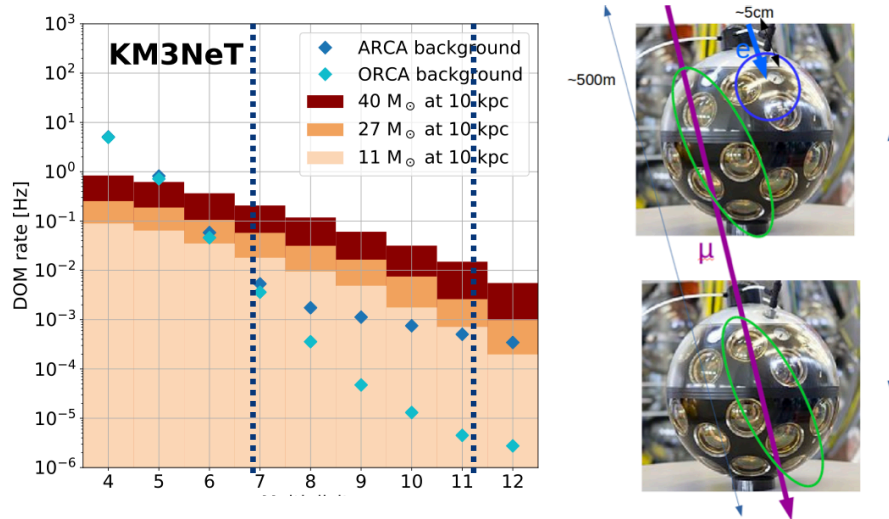


|                                  | Data | MC atm. neutrinos | MC atm muons |
|----------------------------------|------|-------------------|--------------|
| ARCA (ARCA2 53 days + ARCA1 207) | 15   | 8.1               | 1            |
| ORCA4 (135days)                  | 198  | 177.5             | 3            |

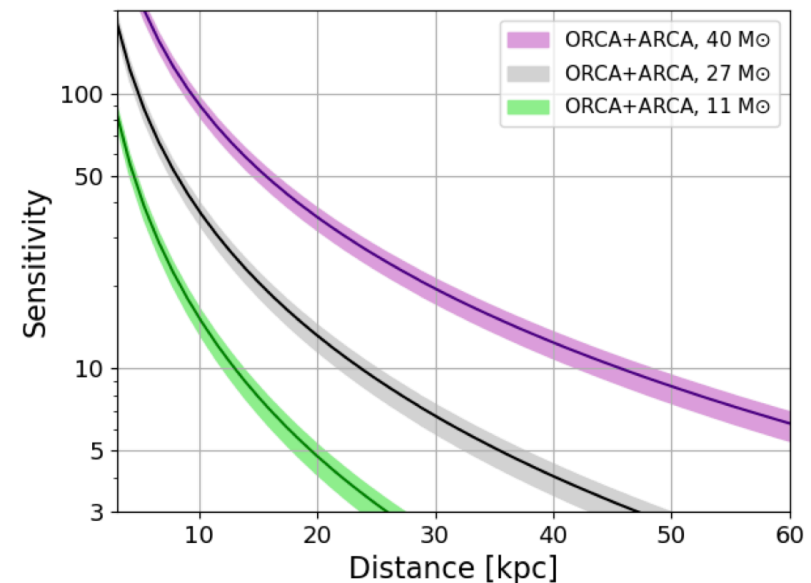


ORCA 4 sensibile alle oscillazioni di neutrini

# Rivelazione di supernovae



- Multiplicity: number of PMTs in a DOM receiving a photon in 10 ns
- Multiplicity selection for optical background reduction!
- Muon veto:  $\mu s$  coincidences between DOMs to identify atm. muons



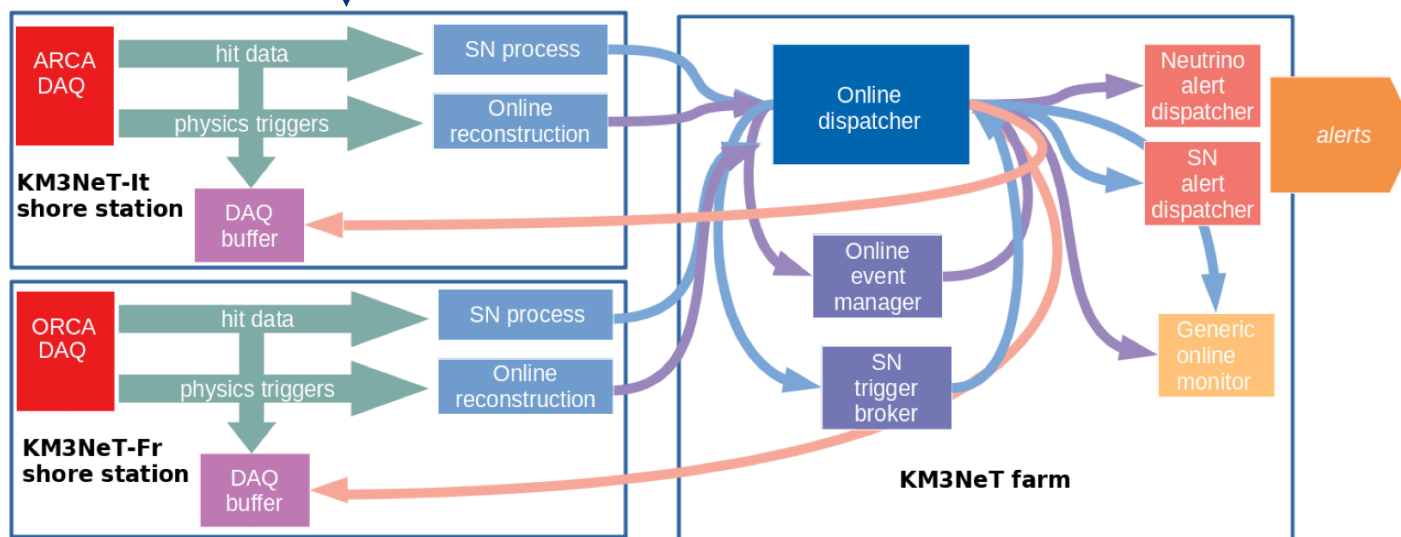
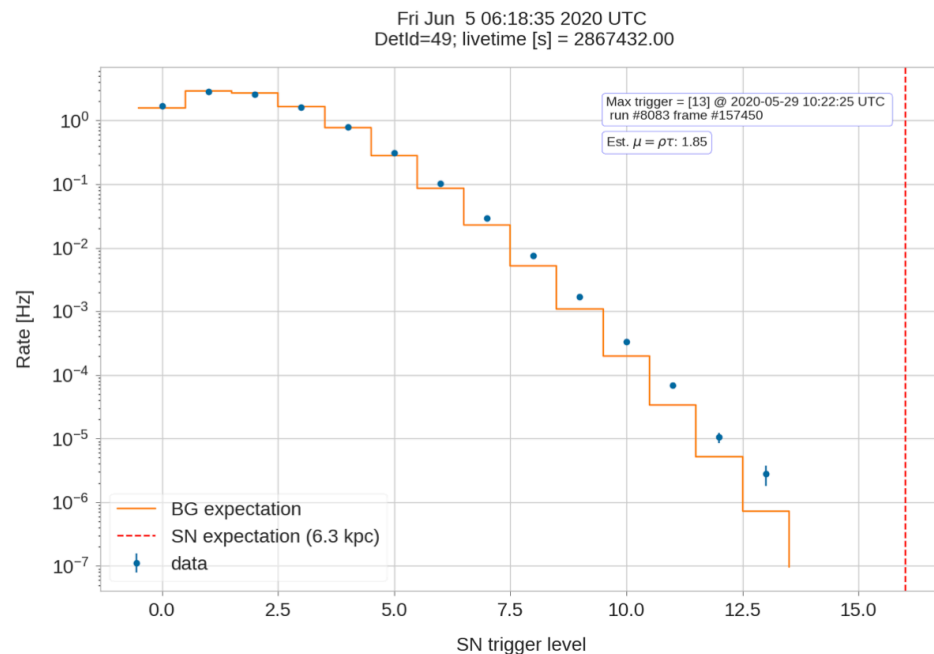
→ Coverage of  $>95\%$  of Galactic progenitors CCSN with the combination of the 2 KM3NeT detectors ( $5\sigma$  discovery)

# Trigger per supernovae

On line trigger già in funzione



SNEWS alarm system almost ready



# Pubblicazioni KM3NeT

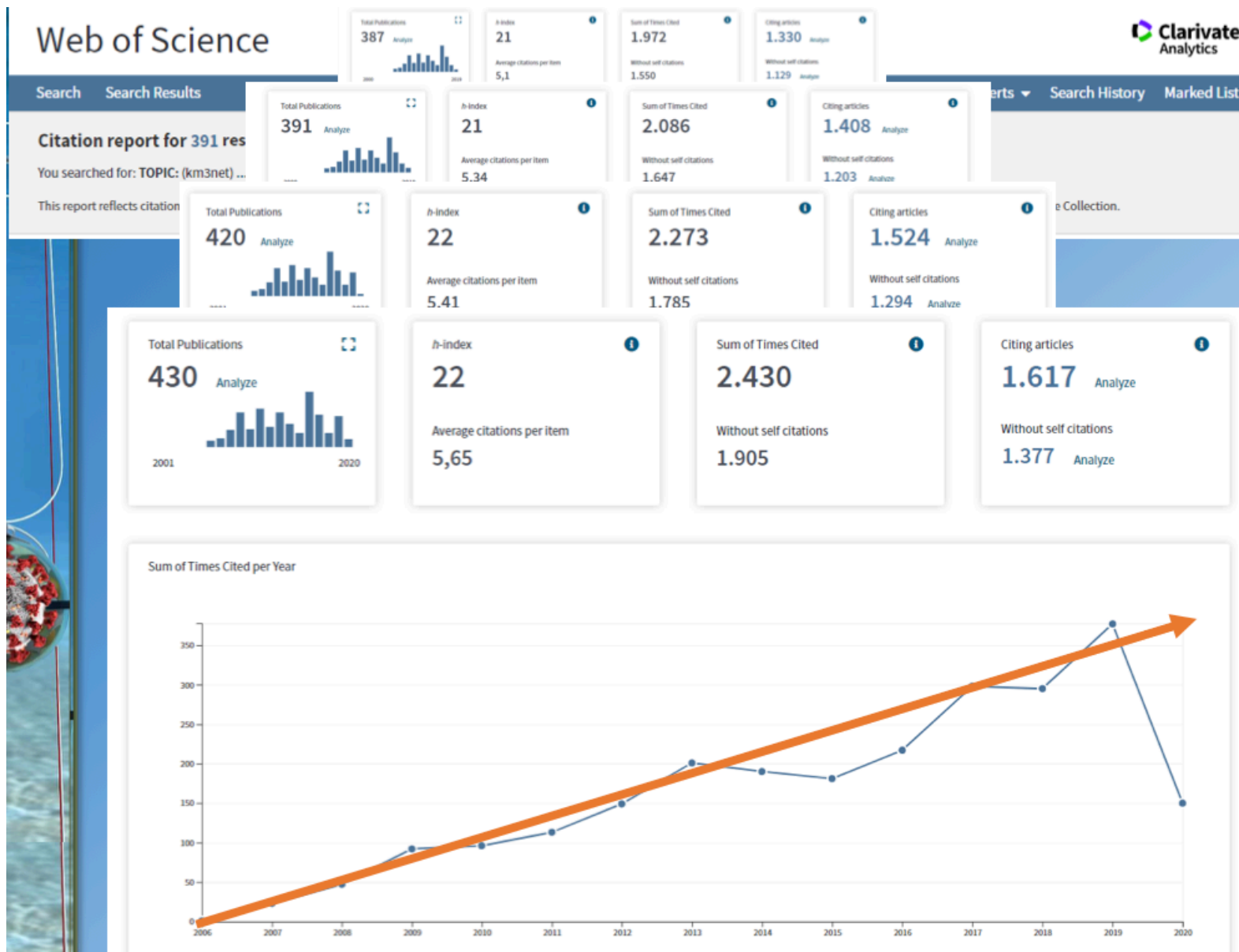
2020

- Event reconstruction for KM3NeT/ORCA using convolutional neural networks  
Submitted to JINST <https://arxiv.org/abs/2004.08254>
- gSeaGen: the KM3NeT GENIE-based code for neutrino telescope -> LNS (C. Distefano)  
Accepted in Computer Physics Communications
- The Control Unit of the KM3NeT Data Acquisition System  
Computer Physics Communications 256 (2020) 107433
- Dependence of atmospheric muon flux on seawater depth measured with the first KM3NeT detection units  
Eur. Phys. J. C (2020) 80:99 --> LNS (S. Biagi, R.C.)

2019

- KM3NeT front-end and readout electronics system: hardware, firmware and software  
J. Astron. Telesc. Instrum. Syst. 5(4), 046001 (2019)
- Sensitivity of the KM3NeT/ARCA neutrino telescope to point-like neutrino sources  
Astroparticle Physics 111 (2019) 100

# Pubblicazioni KM3NeT



# Finanziamenti italiani

- Principali fonti di finanziamento Italiani INFN, PON, POR, FOE (per rete di fondo e rivelatore) + Progetti europei (INFRADEV+ESCAPE)
- Budget disponibile sufficiente per costruzione e installazione di rete di fondo e stringhe di circa un terzo del rivelatore di progetto (76/230 ARCA)

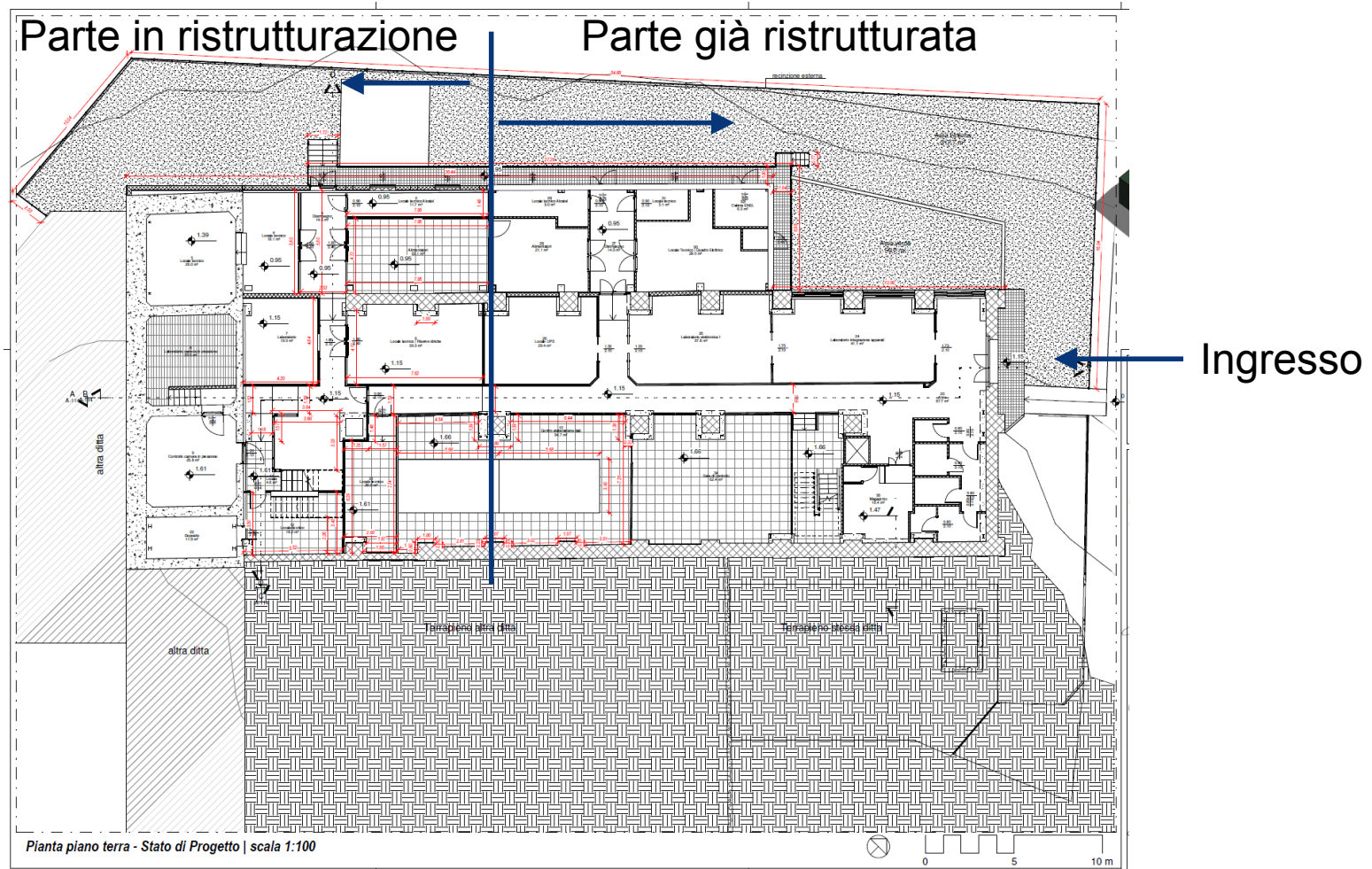


# Attività in corso ai LNS

Ufficio Tecnico

## Lavori di edilizia Capo Passero

- Si sta ampliando la stazione di terra di Capo Passero per poter ospitare alimentatori, acquisizione per tutti e due i blocchi di ARCA. Adeguamento anche degli impianti.
- Lavori iniziati a Novembre 2019 -> consegna prevista Maggio ma ora, causa COVID19, slittata a Settembre



# Attività in corso ai LNS

LeisMuller, Cuttone  
Biagi, Randazzo

## Definizioni Campagne marine

- Intensa attività con MTS + Fugro
- Saltata la missione di Settembre-Ottobre (al 99%) causa COVID19
- In negoziazione le campagne 2021 :
  - Marzo-Aprile -> TJB + 5 DUs
  - Seconda metà 2021 (1 o 2 campagne): recupero TJB e posa di 3 JB + 18 DUs

## ARCA Phase I (24 stringhe) completata fine 2021

- Stazione di terra Capo Passero: upgrade hardware per phase1
  - Upgrade della DAQ, ottica e potenza -> configurazione modulare
  - Upgrade della sala di “controllo”
  - ARCADU1 in funzione da Ottobre

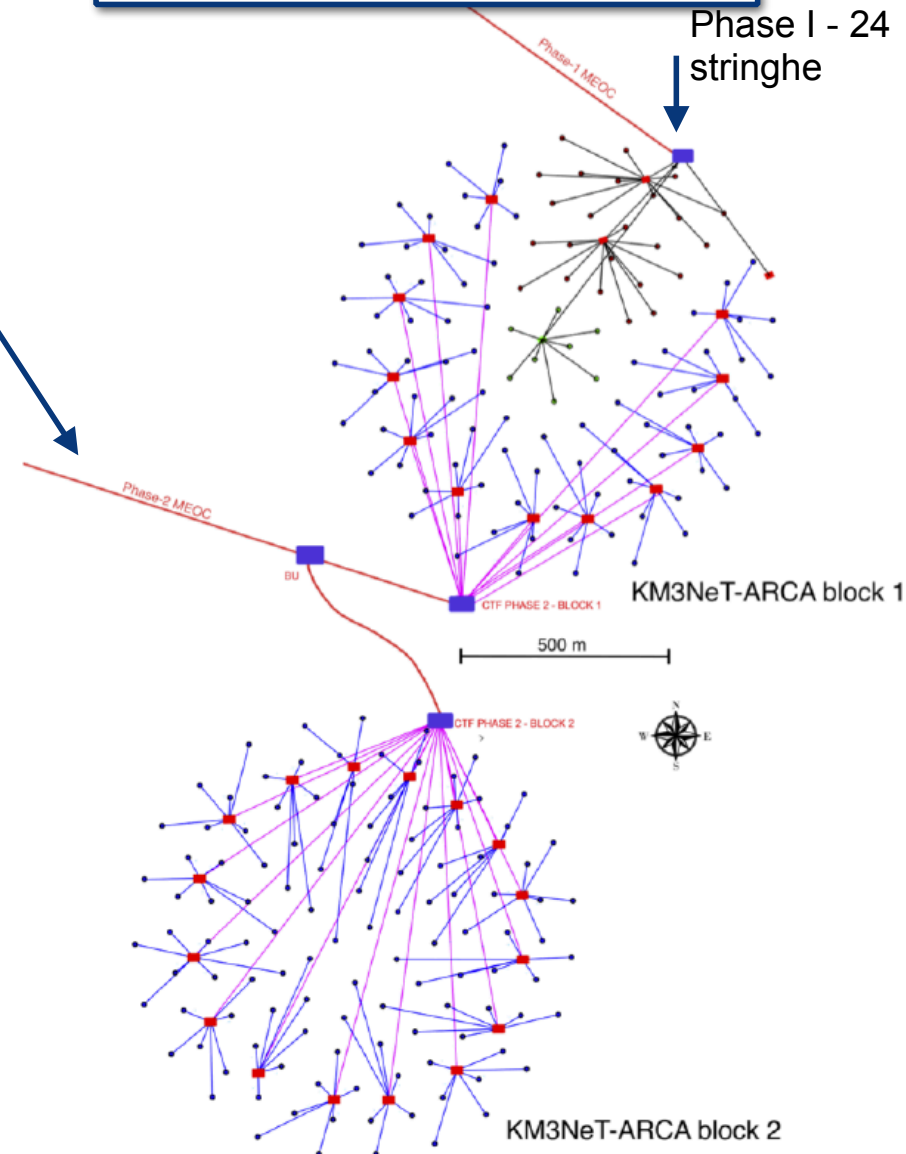
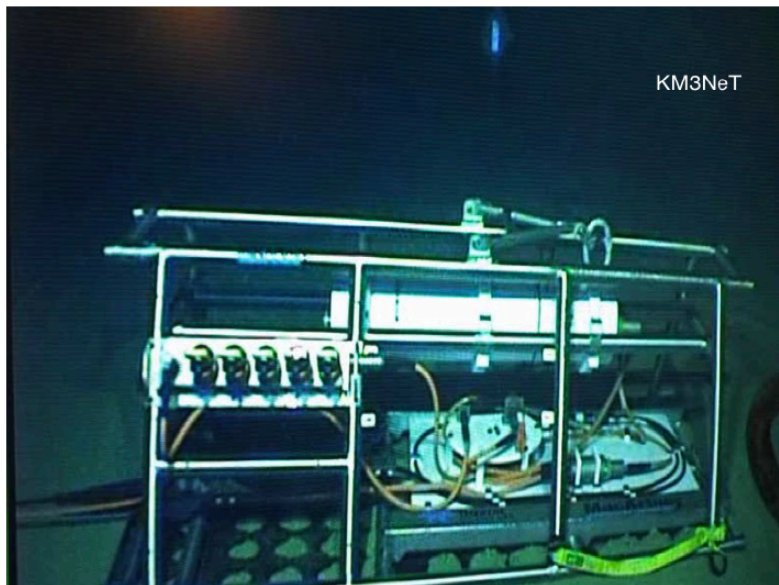
Biagi, Piattelli, E. Giorgio  
S. Pulvirenti, R. Cocimano, A.  
Orlando, G. Riccobene...

# Attività in corso ai LNS

- Main cable **ALCATEL**

- Completamento rete di fondo con
  - Posa del secondo main cable
  - CTF (Cable Termination Frame)
  - Alimentatori di terra (PFE)
  - Inizio operazioni Luglio 2020
  - Previsto completamente metà 2021

CTF del primo cavo già in acqua





# Attività in corso ai LNS

Biagi, Cocimano, Cuttone, Leonardi, Orlando  
+ Serv. Elettronica

- Rete di fondo e JB
- A TJB (Temporary Junction Box) pronta a Settembre -> non ritardata da COVID19
- Attività di test dell'OPA (Optical and Power Assembling) in corso ai LNS
- 3 JB con schede HiRel pronte per metà 2021.

OPA @ LNS

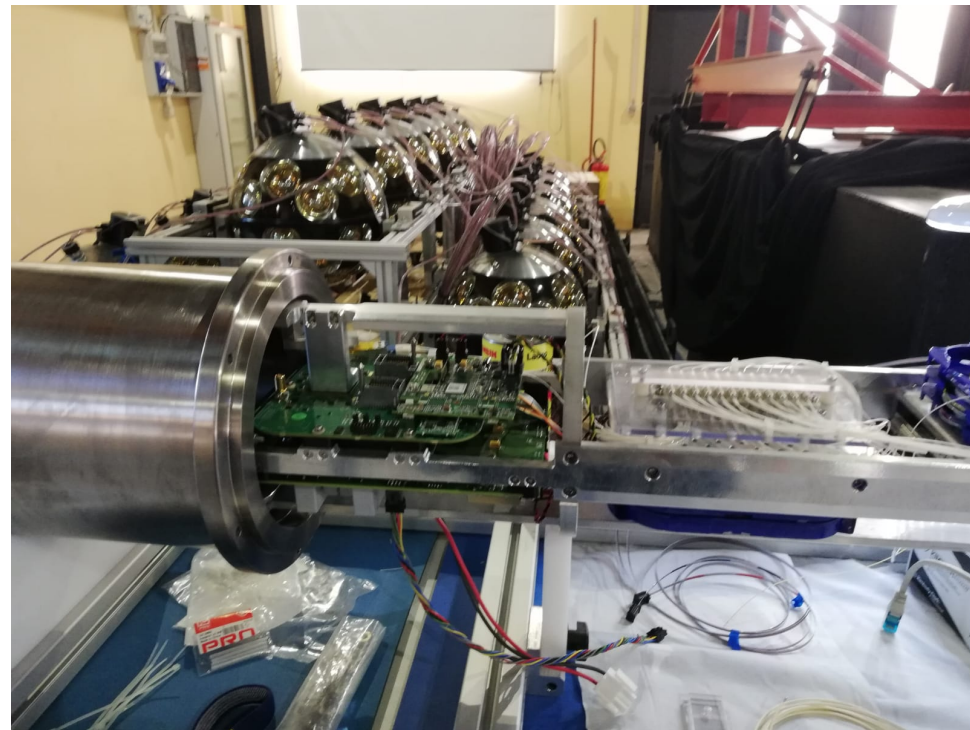
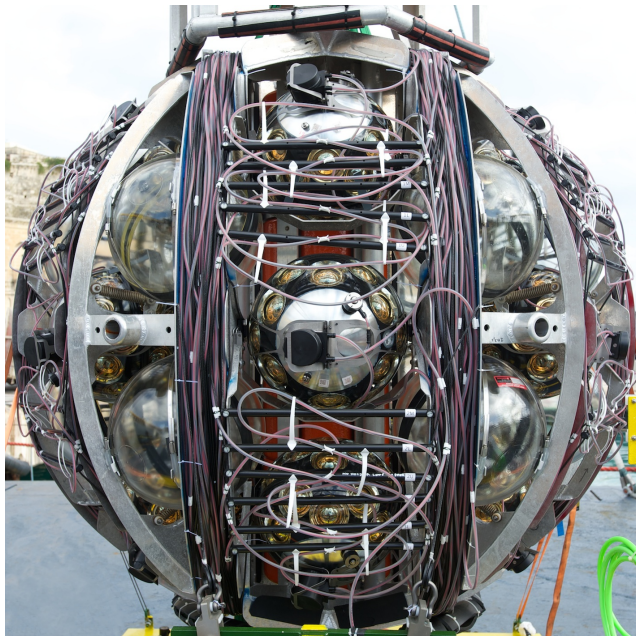
JB mechanical frames @MacArtney



# Attività in corso ai LNS

Sapienza, Cacopardo, Riccobene, Piattelli, E.  
Giorgio, G. Ferrara  
+ Serv. Elettronica + Serv. Infr. Marine

- **Integrazione delle Detection Units (DU)**
  - Attività di integrazione delle DU al Porto di Catania in tutte le sue parti: dalla connessione dei DOM con il VEOC (Vertical Electro-Optical Cable) alla calibrazione e caricamento sul LOM (Launcher of Optical Modules)
  - Attualmente 3 DUs in fase di integrazione. Pronte per Settembre 2019
- **Integrazione Base Module**
  - Cominciato l'equipaggiamento per un laboratorio per l'integrazione dei Base Module





# ANTARES

Optical sensor  
1 PMT of 10 inches

Depth 2475m

12 lines of 75 PMTs

1 line for Earth and Marine sciences

25 storeys / line

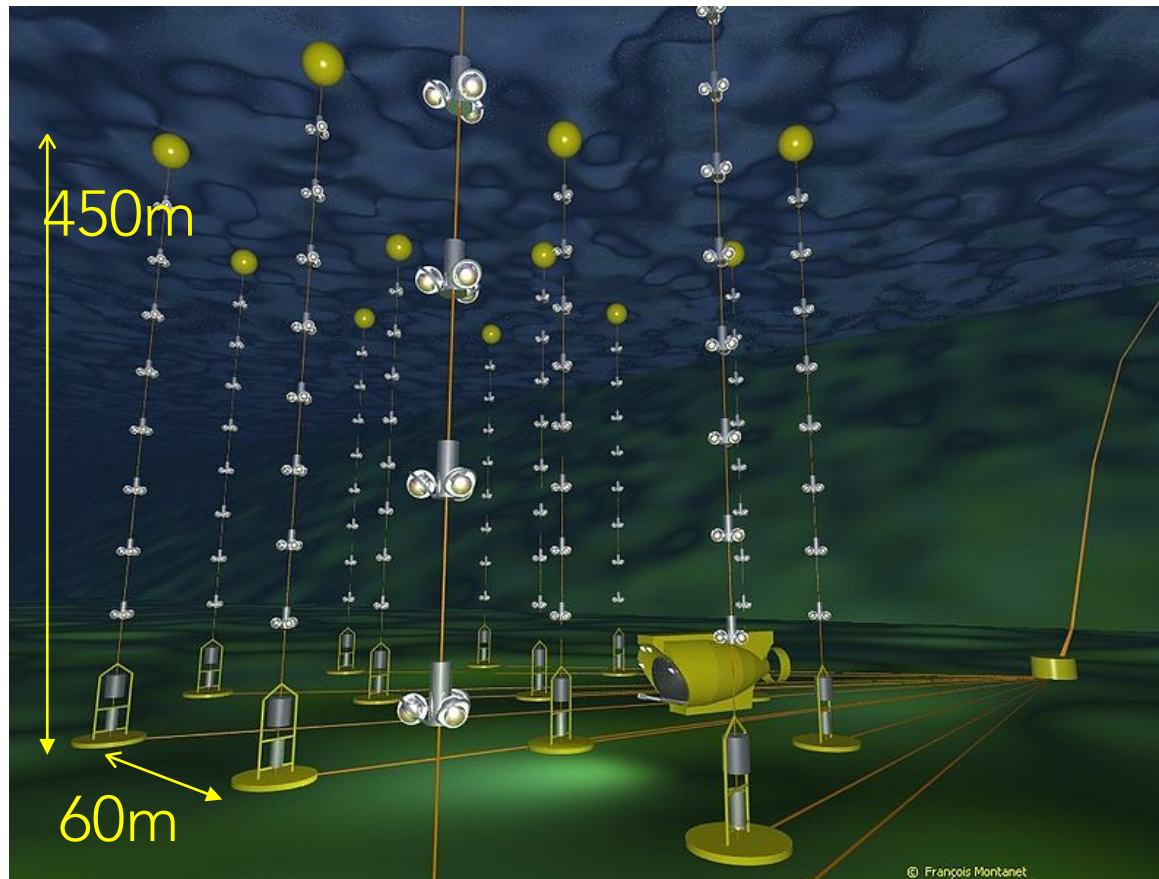
3 PMTs / storey

885 PMTs

**Volume 0.01 km<sup>3</sup>**

Detector completed  
in 2008

Taking data since 11  
years with a duty  
cycle of ~95%



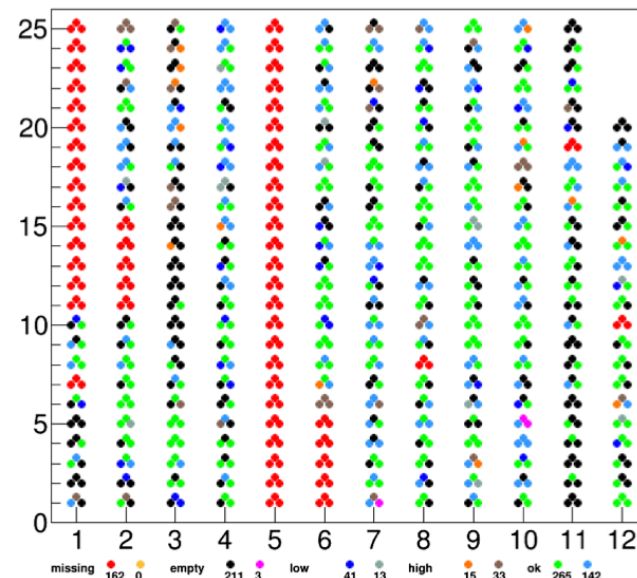
# ANTARES

Molto attivo nel programma multimessanger con analisi

- Analisi in tempo reale e “alert”
- Analisi in coincidenza con segnali da altri detectors (IceCube- Ligo - Auger - GVD (Baikal) ...)

In discussione lo smantellamento del rivelatore

Run 88372 Mon Jun 8 08:35:43 2020  
Line 1-12 Physics Trigger 3N+2T3+K40+GC+TQ+TS0 SNbuffer May2020



2020

- Search for neutrino counterparts of catalogued gravitational-wave events detected by Advanced-LIGO and Virgo during run O2 with ANTARES, Eur. Phys. J. C 80, 487 (2020) (9 pp), [PDF file](#), [online version](#)
- Search for dark matter towards the Galactic Centre with 11 years of ANTARES data, Phys. Lett. B 805 135439 (2020) (6 pp), [PDF file](#), [online version](#)
- ANTARES and IceCube Combined Search for Neutrino Point-like and Extended Sources in the Southern Sky, The Astrophysical Journal, 892:92 (2020) (12 pp), [PDF file](#), [online version](#)
- Model-independent search for neutrino sources with the ANTARES neutrino telescope, Astropart. Phys. Vol. 114 (2020) 35-47, [PDF file](#), [online version](#)

2019

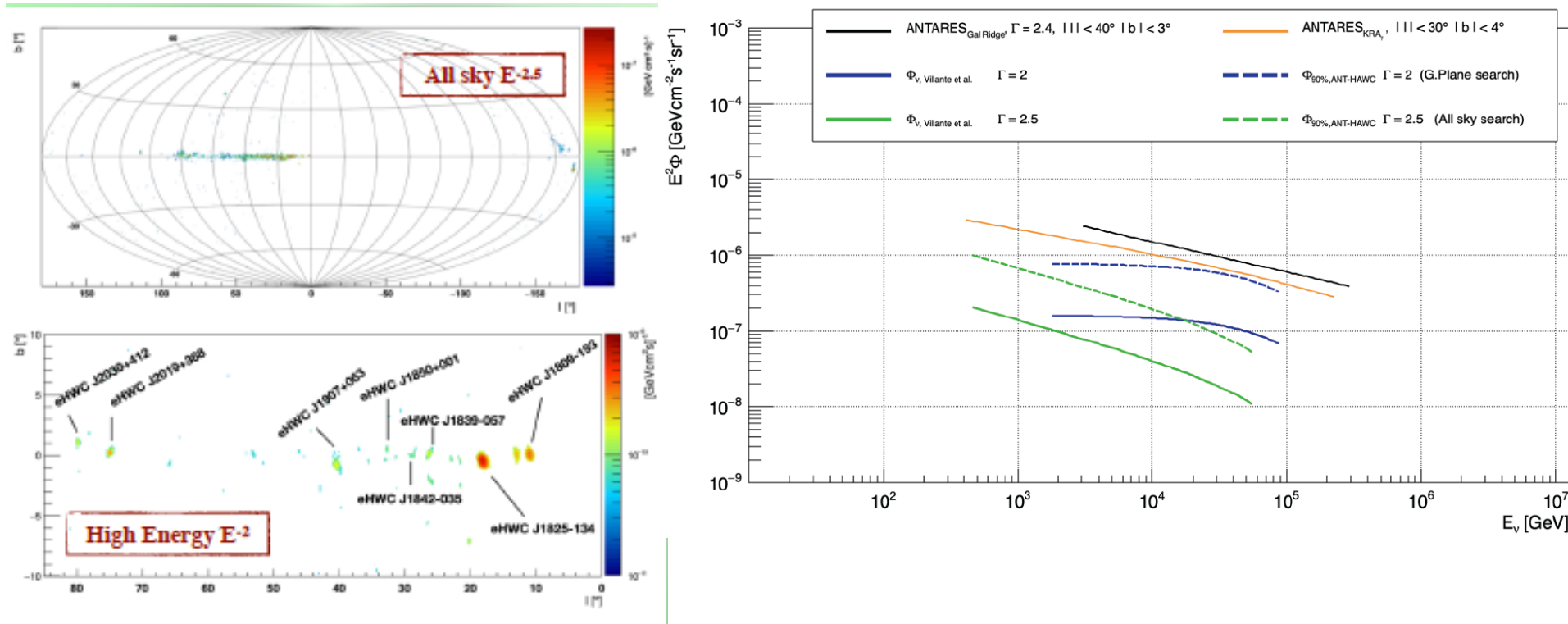
- A Search for Cosmic Neutrino and Gamma-Ray Emitting Transients in 7.3 yr of ANTARES and Fermi LAT Data, The Astrophysical Journal, 886:98 (2019) (8 pp), [PDF file](#), [online version](#)
- ANTARES neutrino search for Time and Space correlations with IceCube High-Energy neutrino events, The Astrophysical Journal, 879:108 (2019) (8 pp), [PDF file](#), [online version](#)
- Measuring the Atmospheric Neutrino oscillation parameters and constraining the 3+1 neutrino model with ten years of ANTARES data, J. High Energ. Phys. (2019) 2019: 113, [PDF file](#), [online version](#)
- Erratum to "Search for Dark Matter in Milky Way with 9 years of data" Phys.Lett. B769 (2017), [PDF file](#), [online version](#)
- Search for Multi-messenger Sources of Gravitational Waves and High-energy Neutrinos with Advanced LIGO during its first Observing Run, ANTARES and IceCube, ApJ 870:134 (2019) (16 pp), [PDF file](#), [online version](#)
- The search for high-energy neutrinos coincident with fast radio bursts with the ANTARES neutrino telescope, MNRAS 482, 184–193 (2019), [PDF file](#), [online version](#)



# ANTARES @ LNS

G. Ferrara

Search for a neutrino counterpart to the HAWC gamma-ray catalog with the ANTARES telescope



Risultati presentati alla conferenza Neutrino2020

# LNS e KM3NeT

Tutti i LNS contribuiscono alla riuscita di KM3NeT ed in particolare

- Amministrazione
- Servizio fondi esterni
- Reparto di elettronica e rivelatori
- Servizio infrastrutture marine

# RICHIESTE 2021

FTE

| A                    | D            |
|----------------------|--------------|
| NOME                 | FTE Totali   |
| Bellia Giorgio       | 0            |
| Biagi Simone         | 70           |
| Cherubini Silvio     | 50           |
| Cocimano Rosanna     | 100          |
| Coniglione Rosa      | 80           |
| Cuttone Giacomo      | 55           |
| Distefano Carla      | 70           |
| Ferrara Giovanna     | 80           |
| Giorgio Emidio       | 90           |
| Larosa Giuseppina    | 100          |
| Leonardi Ornella     | 50           |
| Leone Francesco      | 40           |
| Migneco Emilio       | 0            |
| Musumeci Mario       | 50           |
| Orlando Angelo       | 100          |
| Papaleo Riccardo     | 80           |
| Piattelli Paolo      | 80           |
| Pulvirenti Sara      | 100          |
| Riccobene Giorgio    | 70           |
| Rovelli Alberto      | 100          |
| Santonocito Domenico | 20           |
| Sapienza Piera       | 70           |
| Viola Salvo          |              |
| Zito Daniele         | 100          |
|                      | 0            |
| <b>Totale</b>        | <b>15,55</b> |

FTE calcolati come sigla  
KM3NeT + fondi esterni  
(IDMAR + INFRADEV +  
ESCAPE)

Preliminari

# RICHIESTE 2021

Preliminari

|                      |                                                                                                          |               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Missioni</b>      | meeting collaborazione 1/3 FTE x 1.5€ x3                                                                 | 23,09         |
|                      | missioni a Capo passero                                                                                  | 6,00          |
|                      | meeting steering committee 3 persone x 6 meeting                                                         | 24,12         |
|                      | gruppi di lavoro e workshop tematici                                                                     | 13,68         |
|                      | 1 campagna marina ALCATEL 2 persone in nave                                                              | 4,00          |
|                      | 3 campagne marine 3 persone in nave e 8 persone nella stazione di terra                                  | 34,89         |
|                      | contatti ditte fase 2                                                                                    | 16,08         |
|                      | coordinamento tecnico                                                                                    | 11,28         |
|                      | viaggi comitato di gestione PON PACK                                                                     | 2,94          |
|                      | attività installazione, manutenzione, ampliamento stazione di terra                                      | 18,00         |
|                      | presentazioni antares e km3net a conferenze                                                              | 15,41         |
| <b>Missioni</b>      | <b>Totale</b>                                                                                            | <b>169,49</b> |
|                      |                                                                                                          |               |
| <b>Consumo</b>       | <b>Materiale consumo integrazione stringhe</b>                                                           | <b>40,00</b>  |
|                      |                                                                                                          |               |
| <b>Altro consumo</b> | <b>Common Funds</b>                                                                                      | <b>200,00</b> |
|                      |                                                                                                          |               |
| <b>Trasporti</b>     | <b>Trasposti tra sedi km3net italiane ed estere di componenti e trasporti LNS-PORTO e LNS-PORTO PALO</b> | <b>20,00</b>  |
|                      |                                                                                                          |               |
| <b>GRAN Totale</b>   |                                                                                                          | <b>429,49</b> |



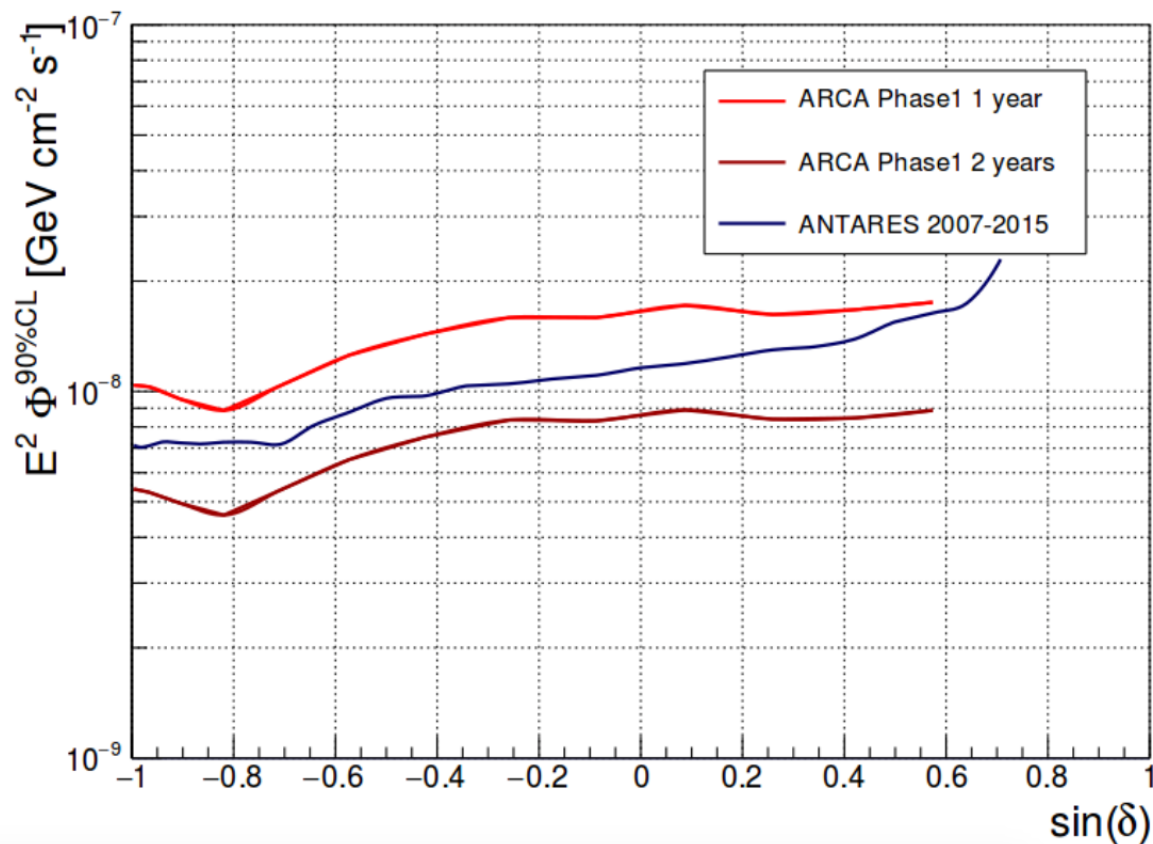
# SPARE

Search for **Point-like sources**

we will reach the ANTARES 8 years sensitivity in about 1.5 year

Joint ANTARES-ARCA analysis possible

KM3NeT/ARCA preliminary

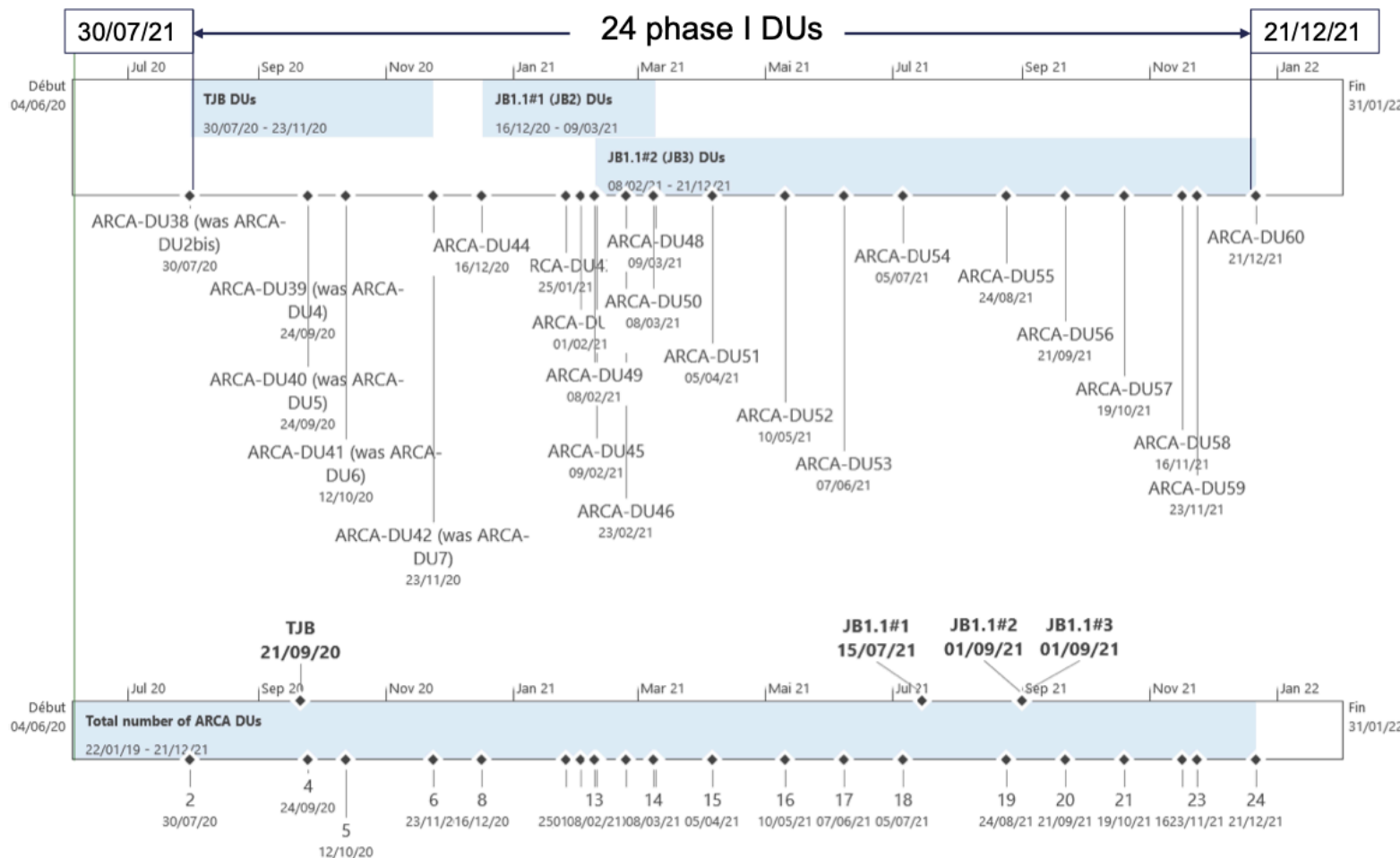




# ARCA DUs

## Scenario 1:

- DU integration rate: 1,6 DUs/month
- No additional BM integration sites
- No speed up in VEOC prod.





# ARCA DUs

## Scenario 2:

- DU integration rate: 1,6 DUs/month
- **All BM integration sites opened by early 2021 (Bari, Naples, LNS)**
- **VEOC prod. doubled by early 2021**

