



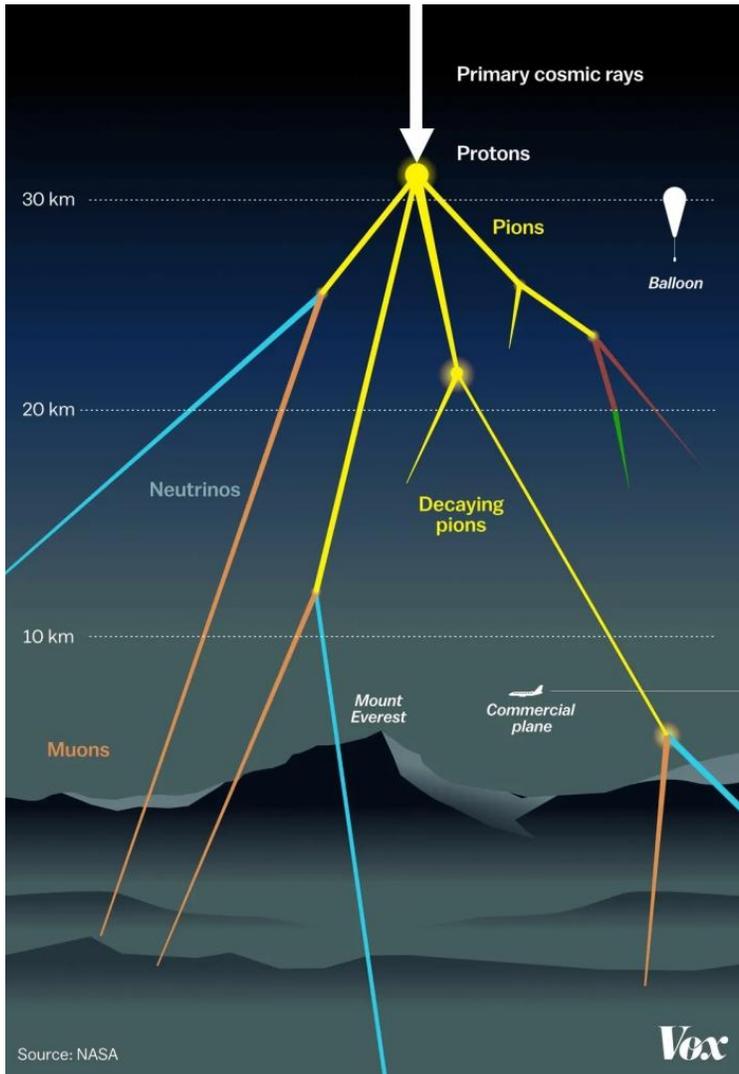
# PolarquEEEst

## 6 anni di EEE al Polo Nord

Ombretta Pinazza

– INFN Sezione di Bologna – Centro Fermi  
per la collaborazione EEE

# Misure di raggi cosmici a terra

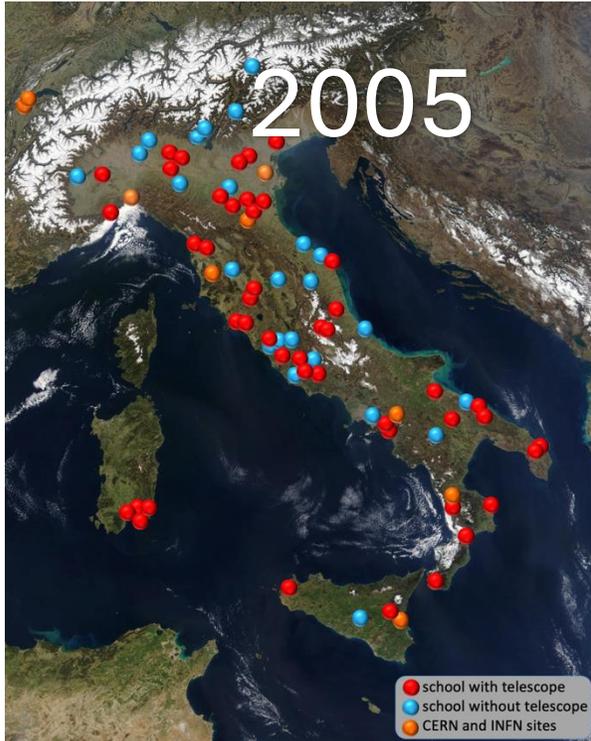


- I raggi cosmici sono particelle cariche provenienti dallo spazio galattico ed extragalattico
- I raggi cosmici possono fornirci informazioni sulla sorgente e sull'evento che li hanno generati.
- I raggi primari possono essere osservati solo al di fuori dell'atmosfera terrestre.
- Sulla superficie terrestre si osservano gli sciami di particelle secondarie prodotte dall'interazione dei raggi cosmici con l'atmosfera.



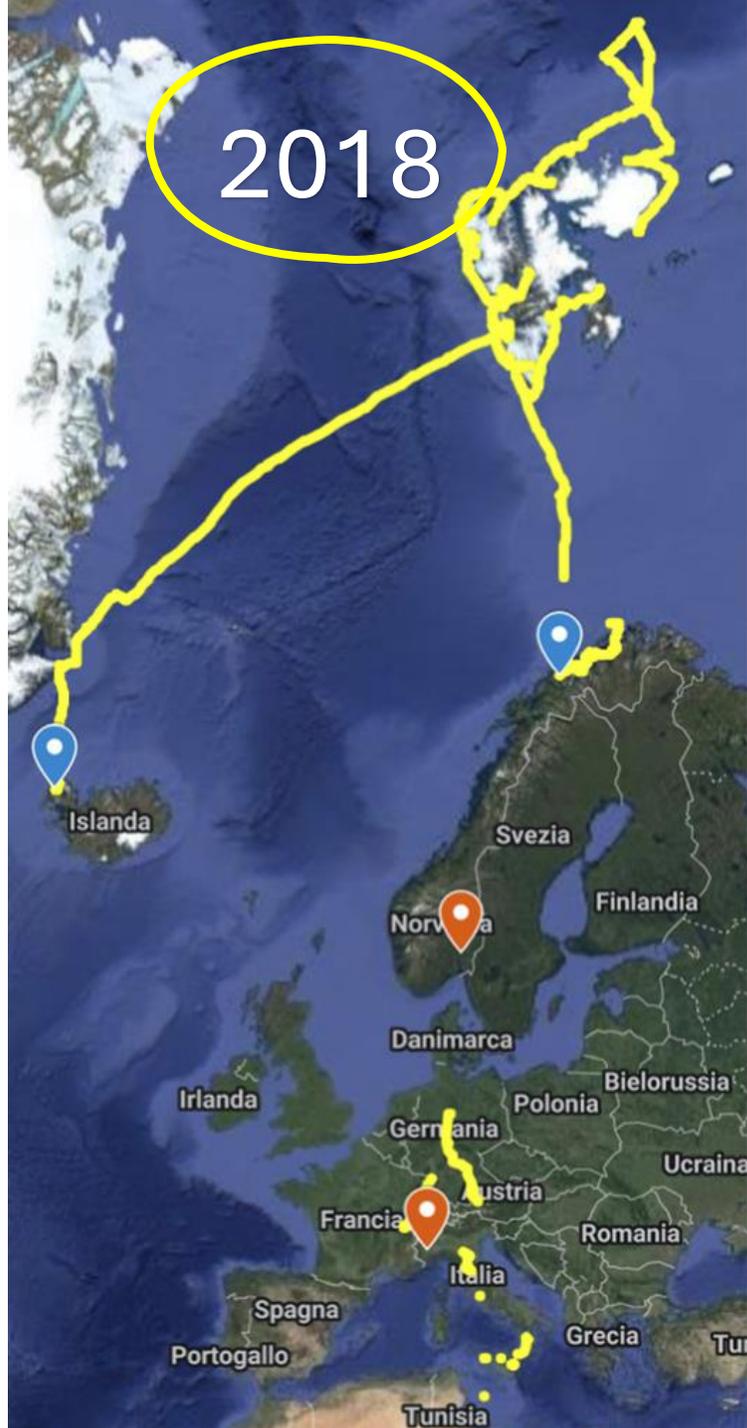
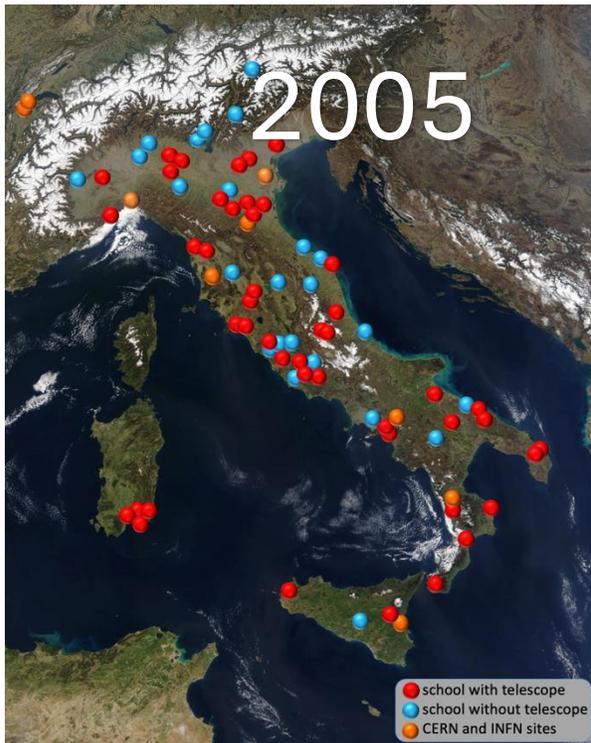
# EEE

Il Progetto EEE, fondato nel 2005, conta oggi circa 50 telescopi MRPC e 100 scuole in tutta Italia.



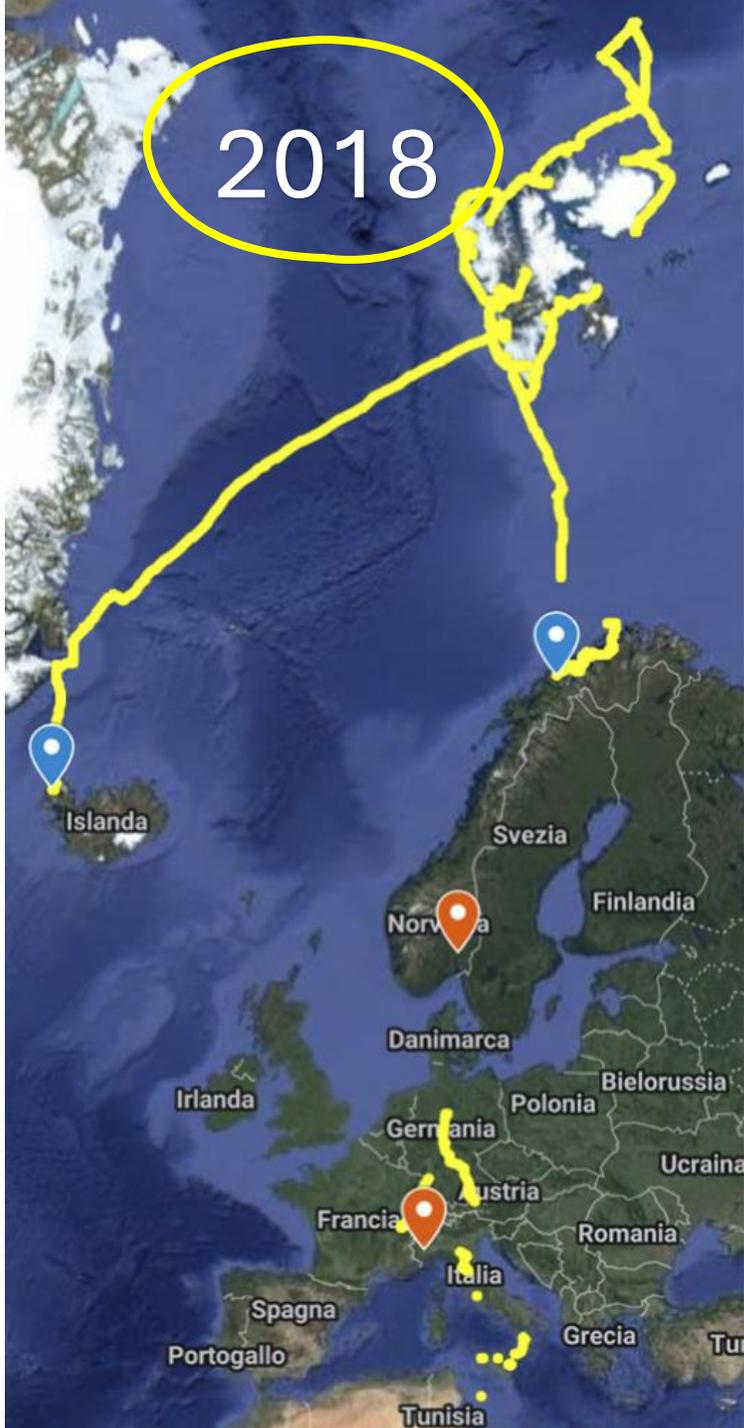
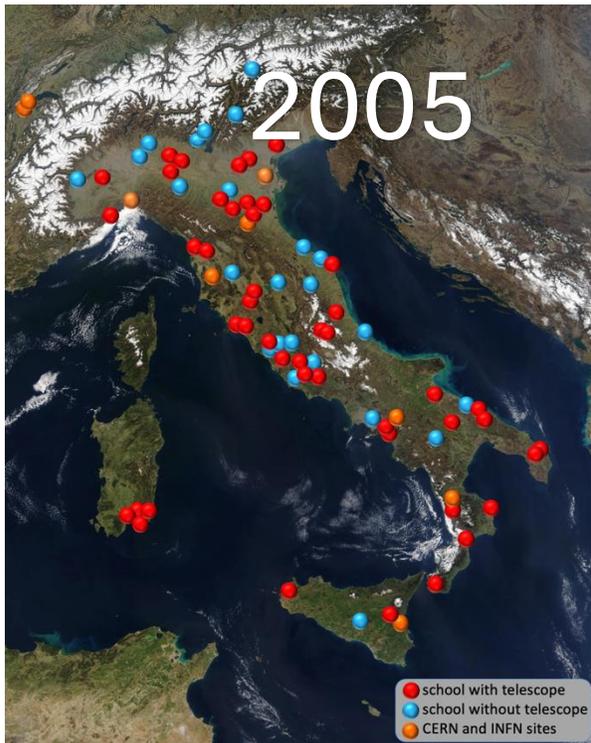
# EEE

Il Progetto EEE, fondato nel 2005, conta oggi circa 50 telescopi MRPC e 100 scuole in tutta Italia.



# EEE

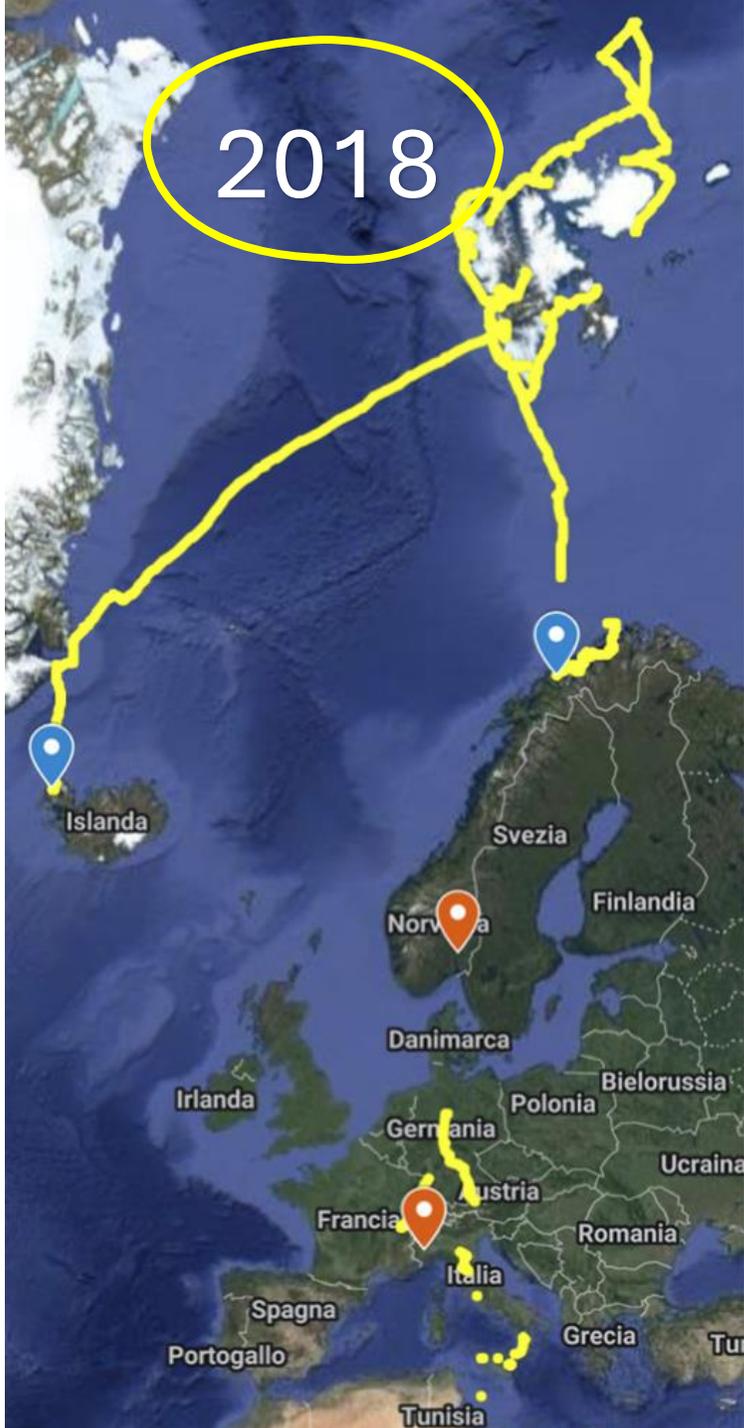
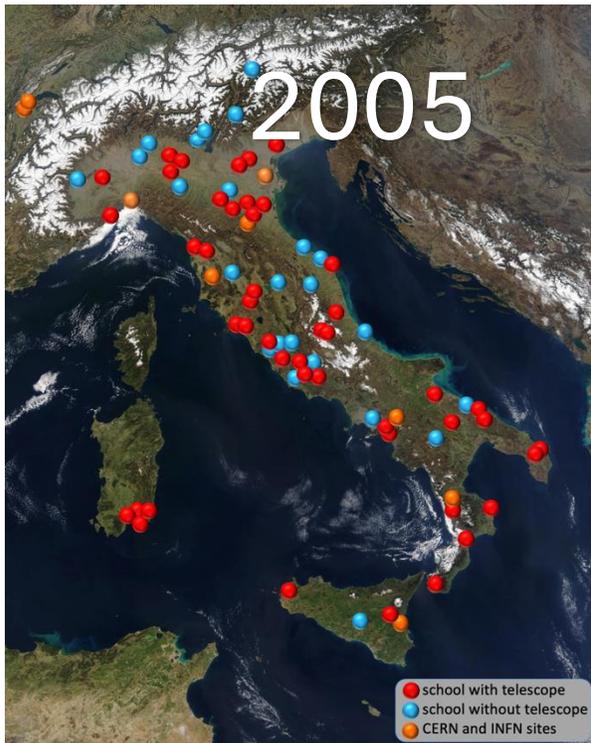
Il Progetto EEE, fondato nel 2005, conta oggi circa 50 telescopi MRPC e 100 scuole in tutta Italia.



Estate 2018, POLA-1 installata a bordo di Nanuq, per la spedizione Polarquest2018, dall'Islanda (65°N) alla banchisa (82°N), mentre POLA-2 e POLA-3 erano a Torino e Oslo.

# EEE

Il Progetto EEE, fondato nel 2005, conta oggi circa 50 telescopi MRPC e 100 scuole in tutta Italia.



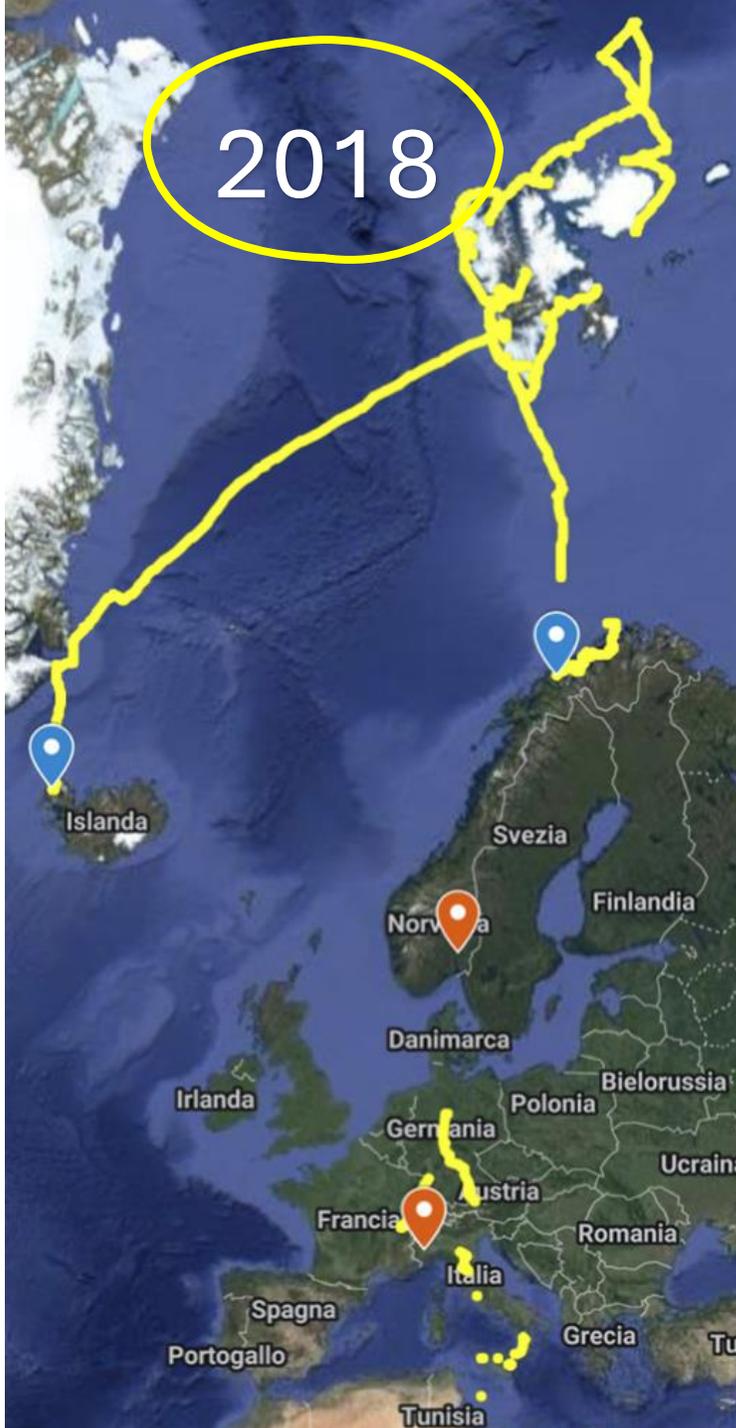
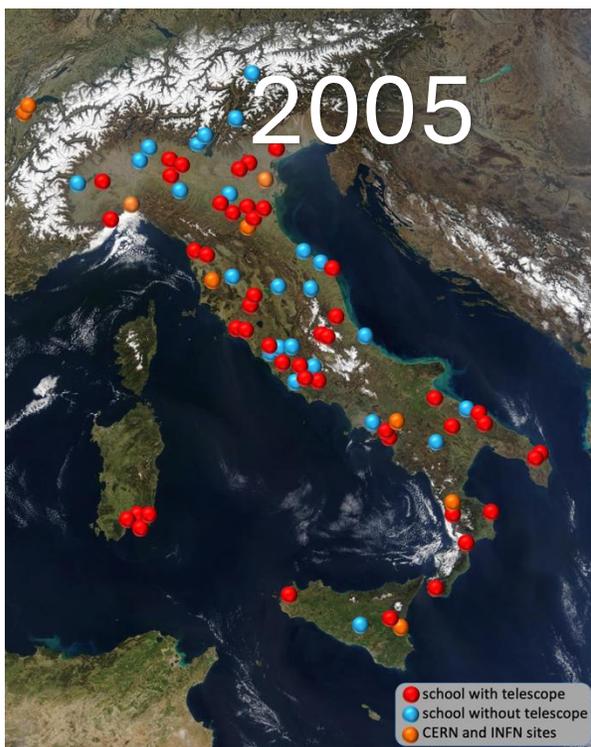
Estate 2018, POLA-1 installata a bordo di Nanuq, per la spedizione Polarquest2018, dall'Islanda (65°N) alla banchisa (82°N), mentre POLA-2 e POLA-3 erano a Torino e Oslo.

Inverno 2018-2019, POLA-1 ha viaggiato (in auto) fra i 35°N e i 52°N, da Lampedusa fino al nord della Germania.



# EEE

Il Progetto EEE, fondato nel 2005, conta oggi circa 50 telescopi MRPC e 100 scuole in tutta Italia.



Estate 2018, POLA-1 installata a bordo di Nanuq, per la spedizione Polarquest2018, dall'Islanda (65°N) alla banchisa (82°N), mentre POLA-2 e POLA-3 erano a Torino e Oslo.

Inverno 2018-2019, POLA-1 ha viaggiato (in auto) fra i 35°N e i 52°N, da Lampedusa fino al nord della Germania.

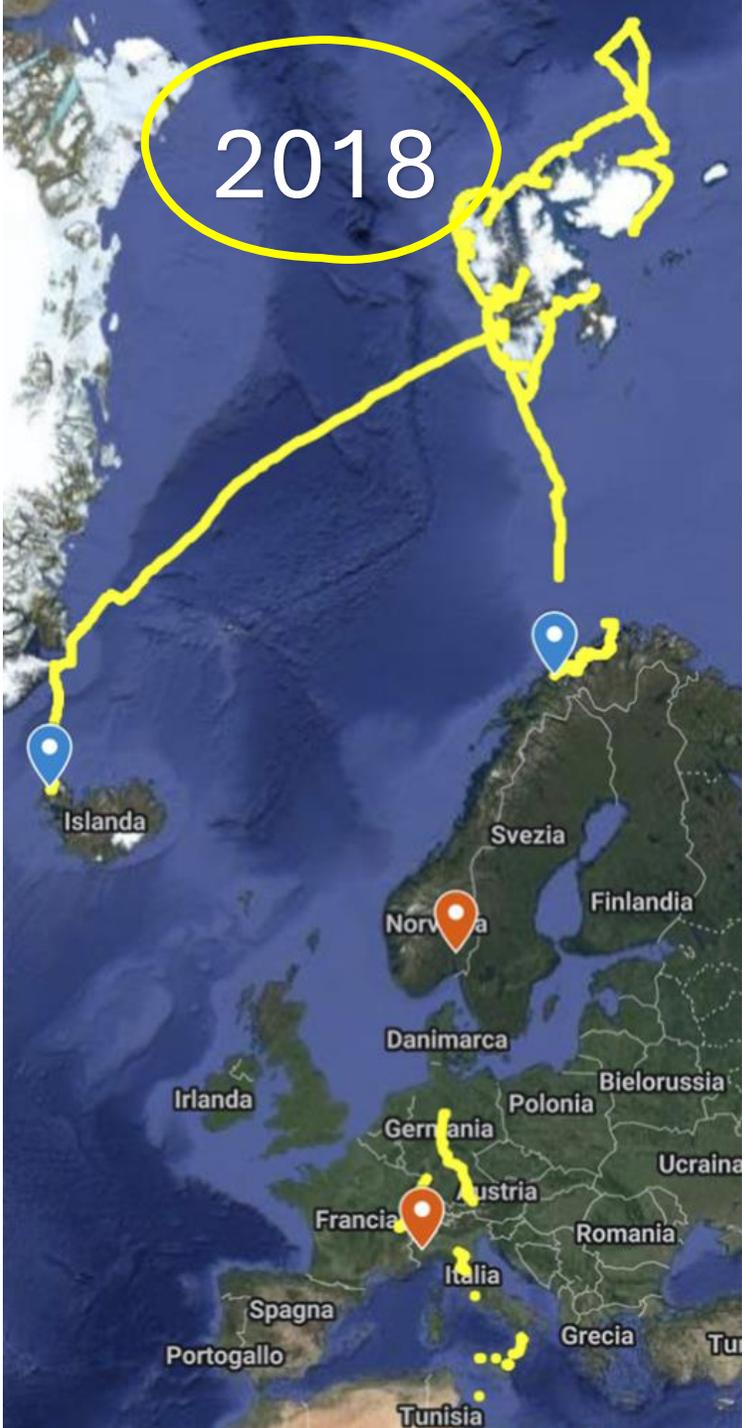
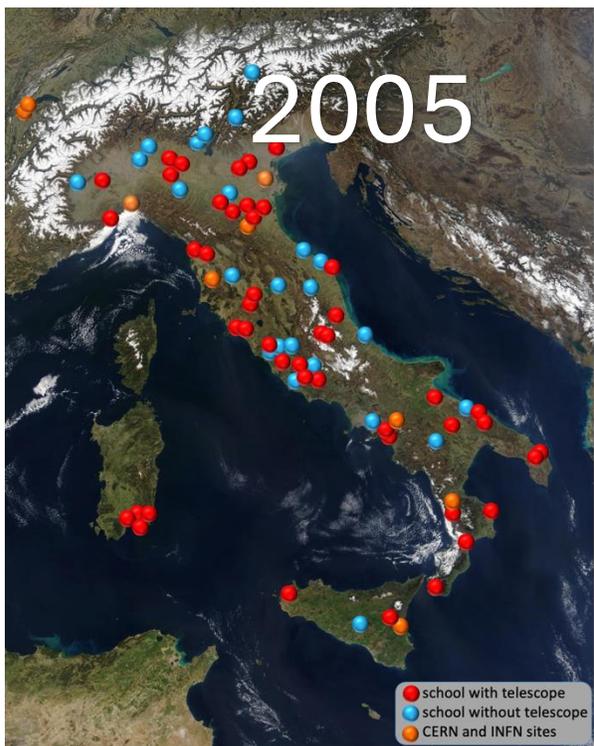


Nel 2019, tre telescopi di tipo POLA-R sono stati installati alla base scientifica di Ny Ålesund, a 79°N.



# EEE

Il Progetto EEE, fondato nel 2005, conta oggi circa 50 telescopi MRPC e 100 scuole in tutta Italia.

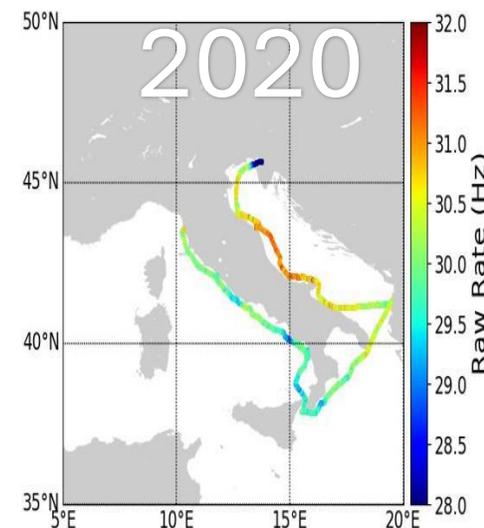


Estate 2018, POLA-1 installata a bordo di Nanuq, per la spedizione Polarquest2018, dall'Islanda (65°N) alla banchisa (82°N), mentre POLA-2 e POLA-3 erano a Torino e Oslo.

Inverno 2018-2019, POLA-1 ha viaggiato (in auto) fra i 35°N e i 52°N, da Lampedusa fino al nord della Germania.

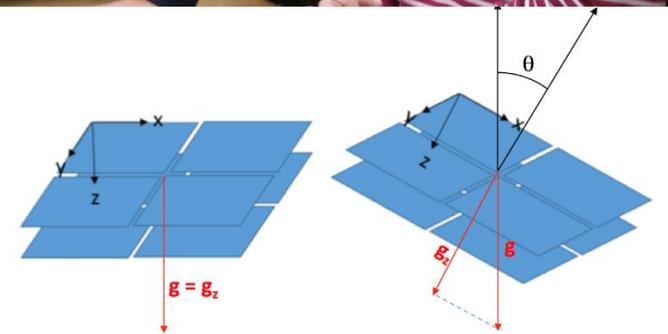
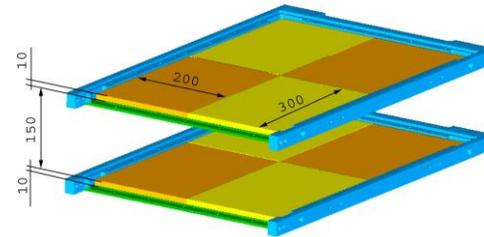
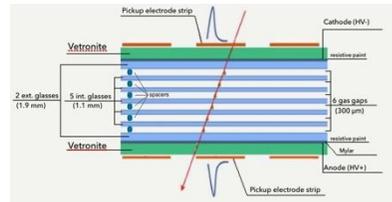
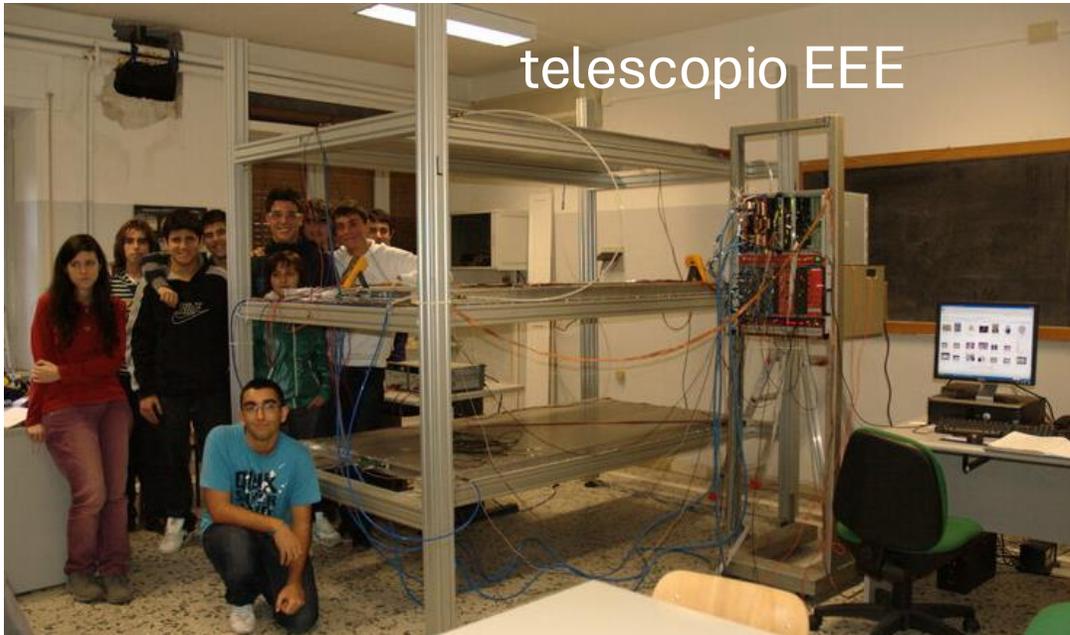


Nel 2019, tre telescopi di tipo POLA-R sono stati installati alla base scientifica di Ny Ålesund, a 79°N.



Nel 2022 POLA-2 è stata installata a bordo della nave Amerigo Vespucci ed ha circumnavigato l'Italia.

# EEE: due modelli di telescopio



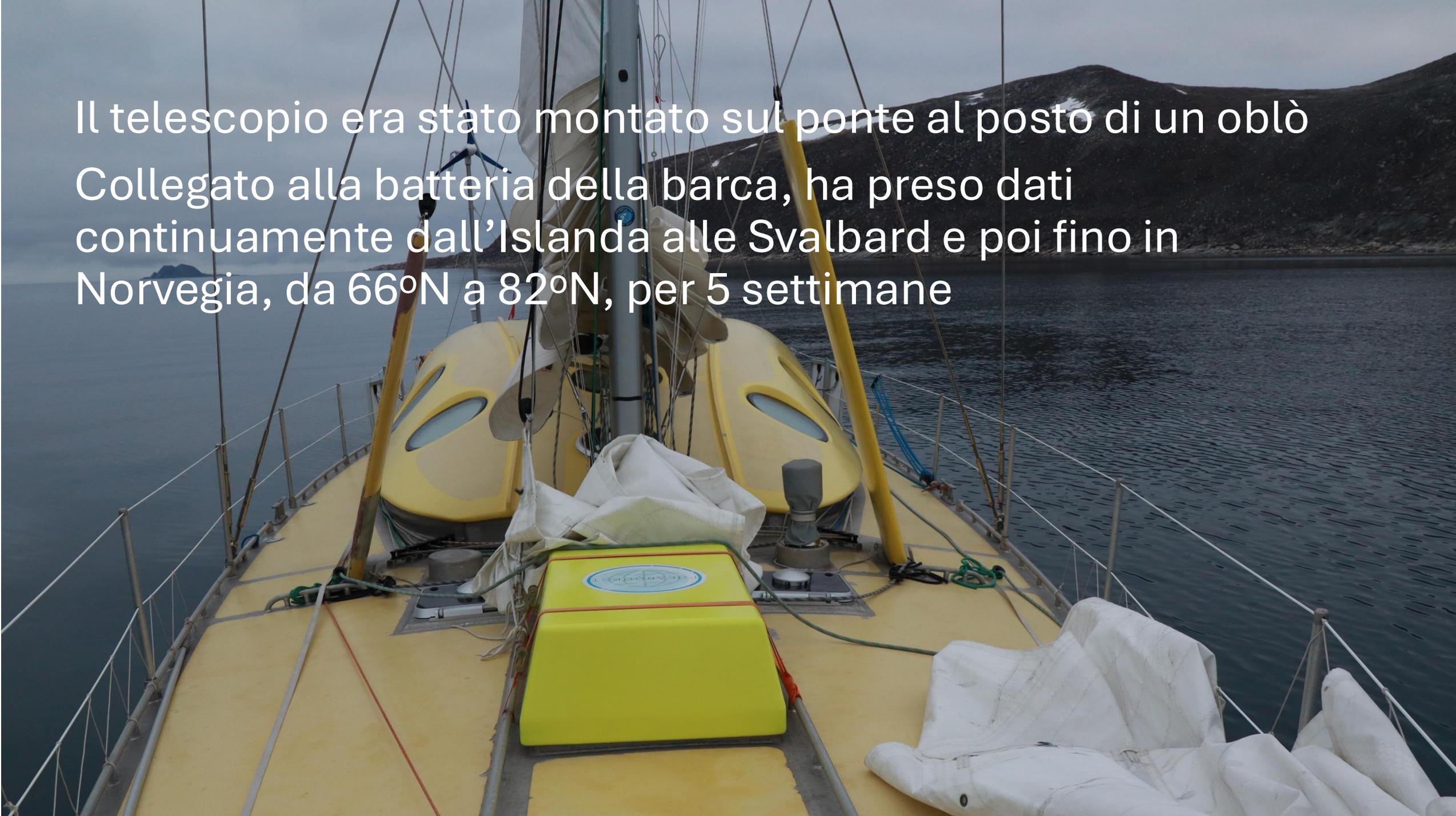
An aerial photograph of a sailboat with a yellow hull and white sails on the dark blue ocean. In the background, several large, jagged icebergs float on the water, with a distinct turquoise hue visible at their base. The sky is overcast and grey.

Estate 2018  
spedizione scientifica multidisciplinare  
Polarquest2018

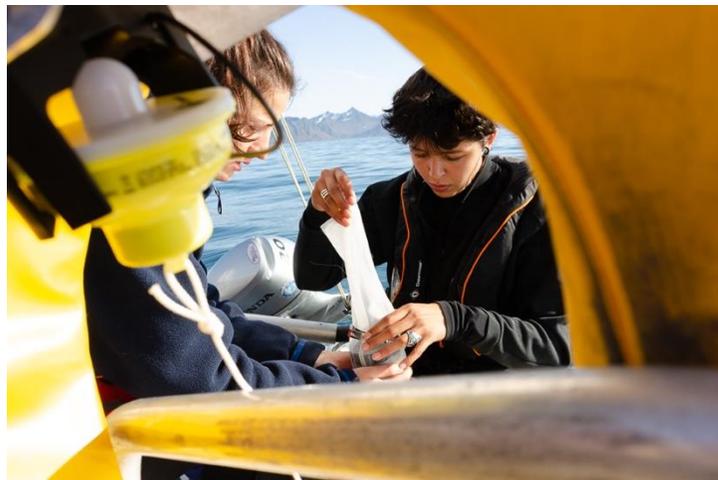
Nanuq è una barca a vela lunga 20 m, con scafo in alluminio, progettata per navigare nei mari artici

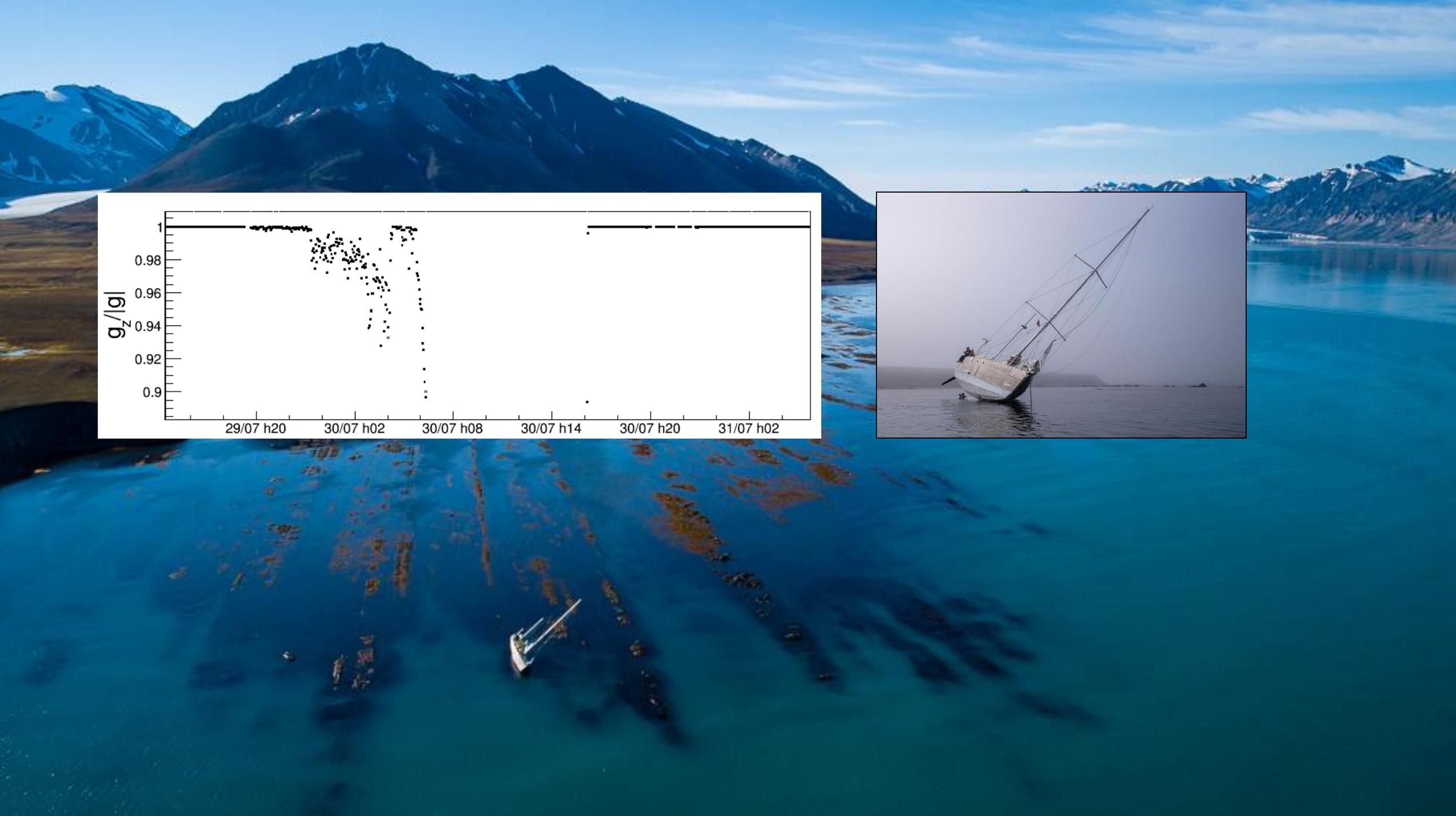
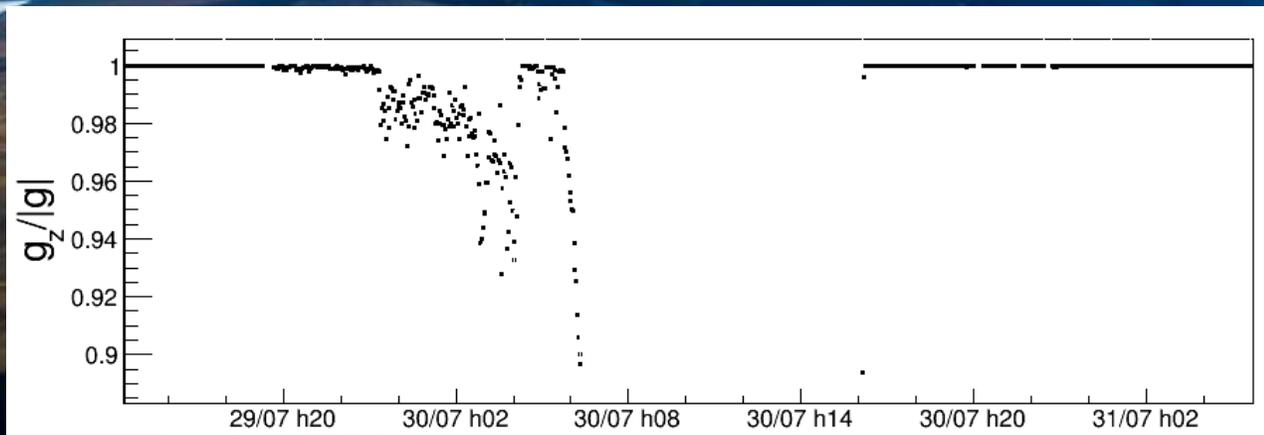


Il telescopio era stato montato sul ponte al posto di un oblò  
Collegato alla batteria della barca, ha preso dati  
continuamente dall'Islanda alle Svalbard e poi fino in  
Norvegia, da 66°N a 82°N, per 5 settimane



# Droni, microplastiche, PCB, scanner per fondali, documentari





Durante la navigazione, Polarquest2018 ha fatto tappa alla base artica internazionale di Ny Ålesund



Un sito di importanza storica e scientifica, base di partenza per le esplorazioni polari del secolo scorso





Nel 1928 il generale Umberto Nobile volò sul Polo Nord a bordo del dirigibile Italia, che poi cadde sulla banchisa durante il volo di ritorno





# Longyearbyen, Pyramiden/Barentsburg, Ny Ålesund



# Arcipelago Svalbard

International Research Base  
Ny Ålesund, 79°N



Prins Karls Forland  
Pyramiden  
Longyearbyen  
Spitsbergen  
Barentsburg  
Barentsøya  
Edgeøya



# POLA-1 – cabina della Climate Change Tower CNR



# POLA-3 – Stazione CNR Dirigibile-Italia



# POLA-0 – laboratorio Gruvebadet



# Il team PolarquEEEst 2019













Aprile



Maggio

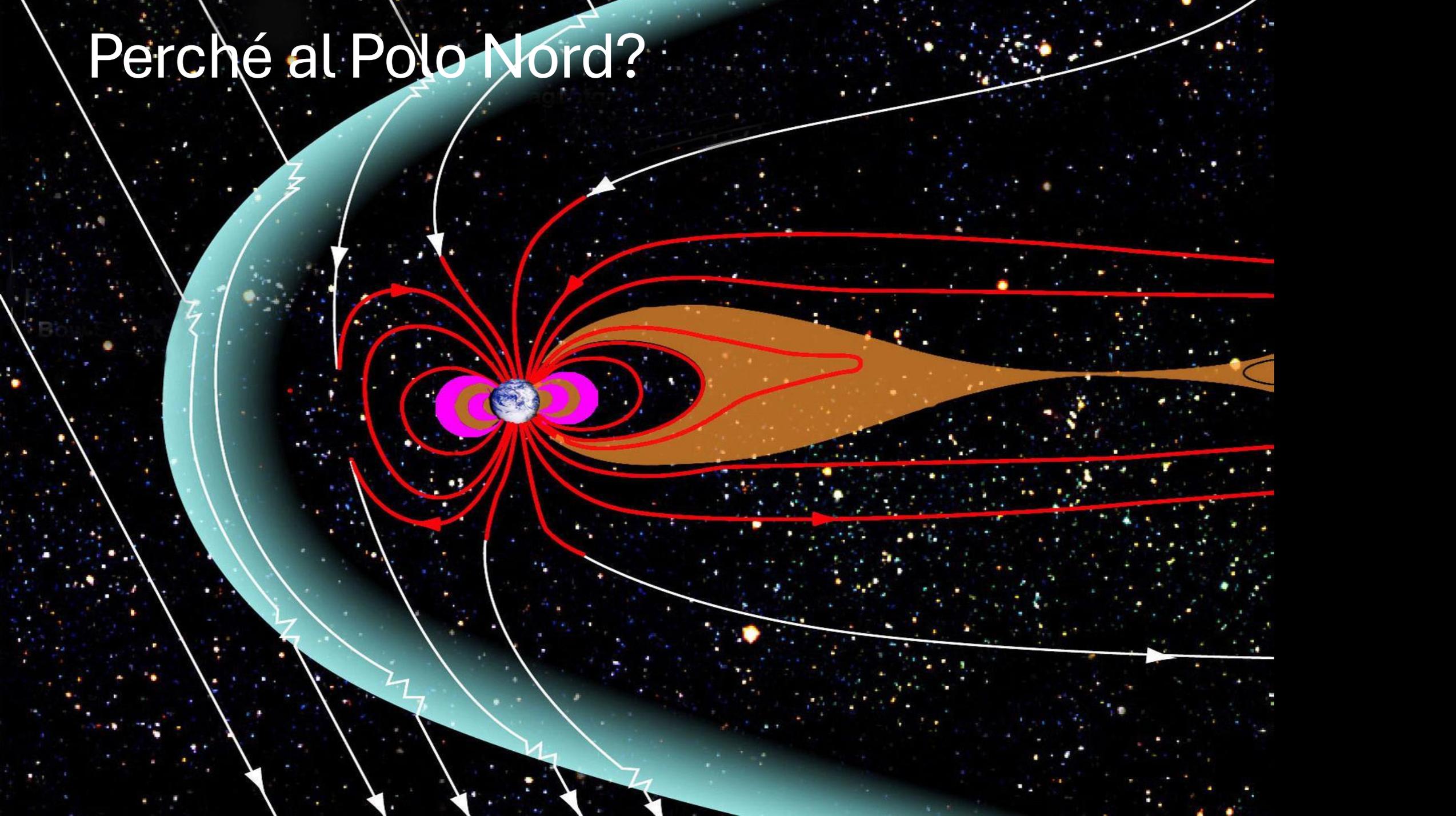


Giugno



Novembre

Perché al Polo Nord?



GEOGRAPHIC STUDY OF COSMIC RAYS

Ions/ cc s  
in standard air

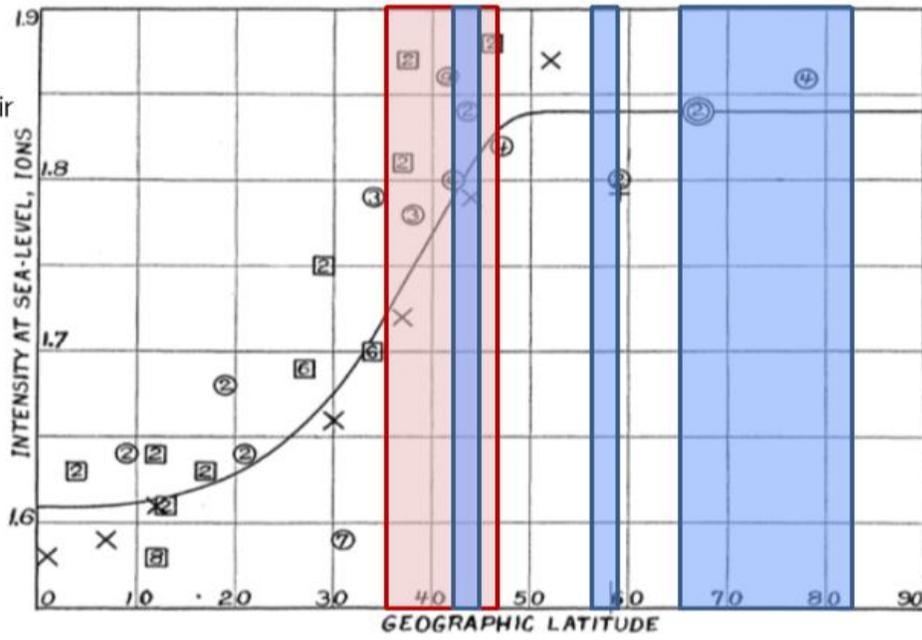
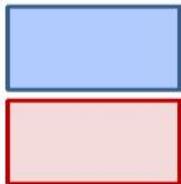
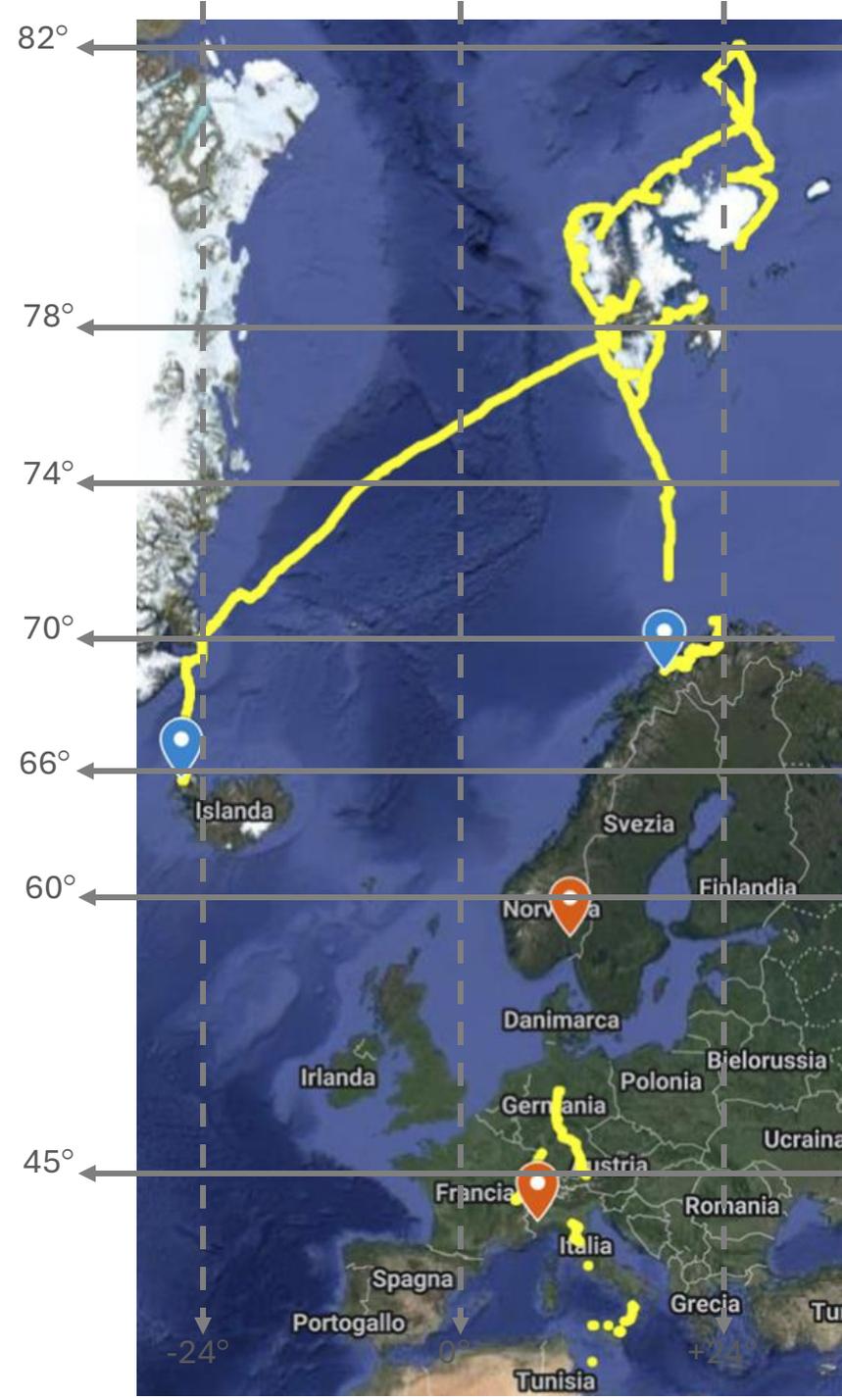


FIG. 8. Intensity vs. geographic latitude.



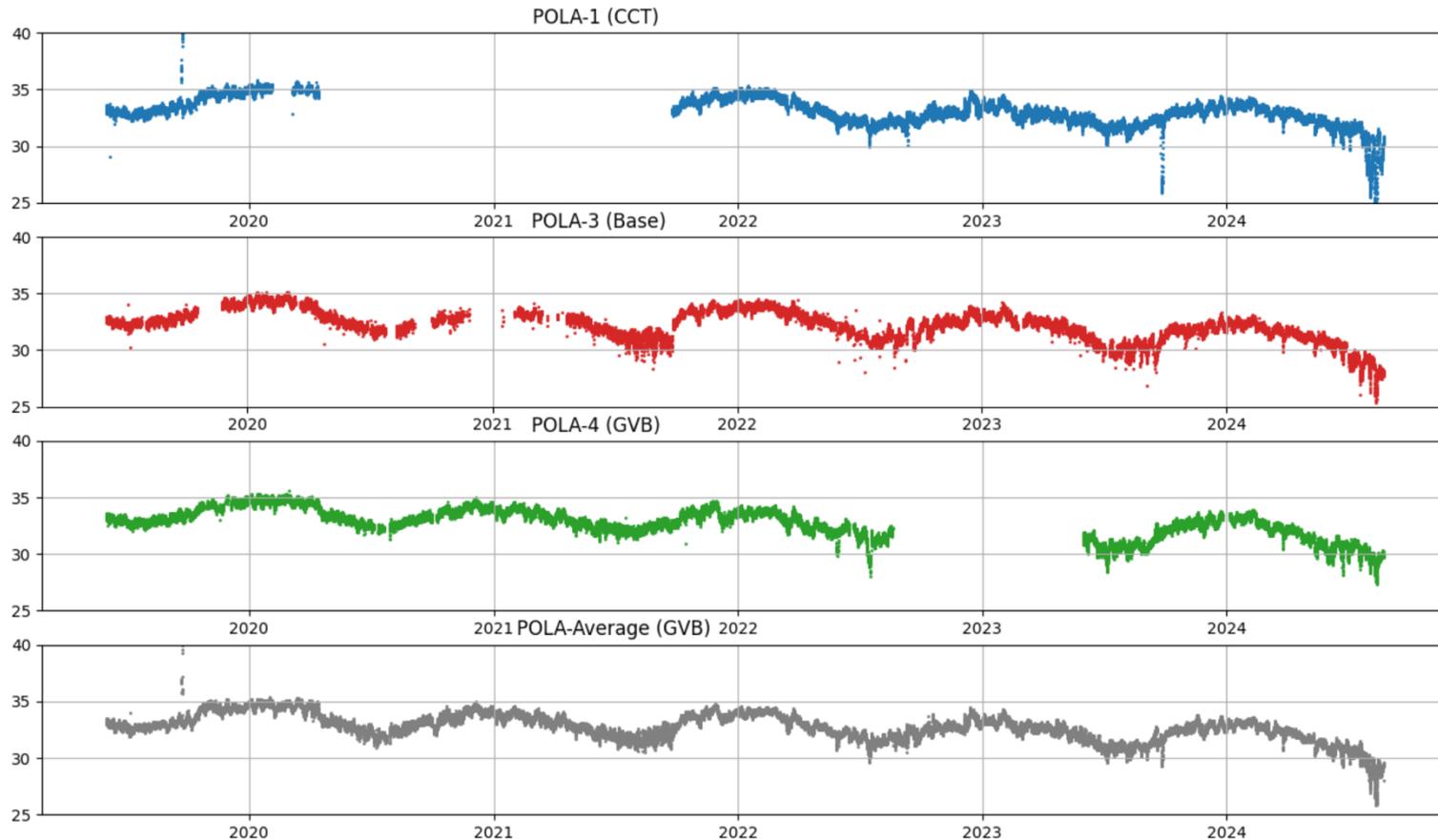
PolarQuEEEst latitude coverage

EEE latitude coverage (36°N – 26°N) and POLA-01



# Le misure di PolarquEEEst

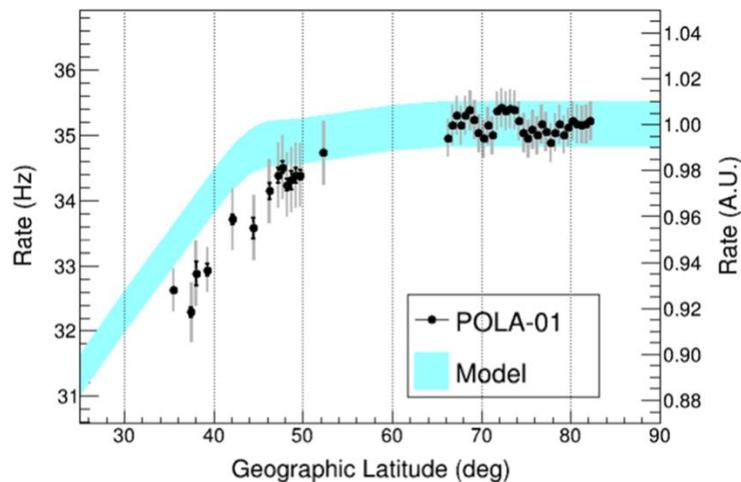
Dopo 6 anni di presa dati, la collaborazione EEE ha a disposizione un dataset unico, e un sistema di ricostruzione ben collaudato



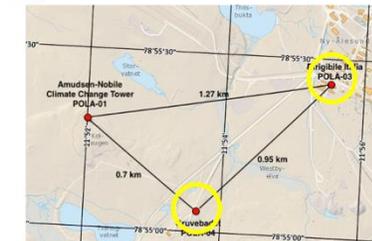
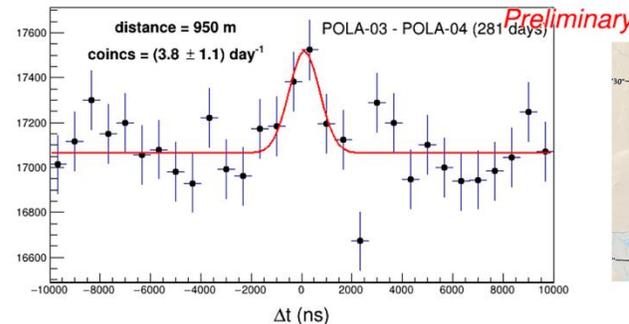
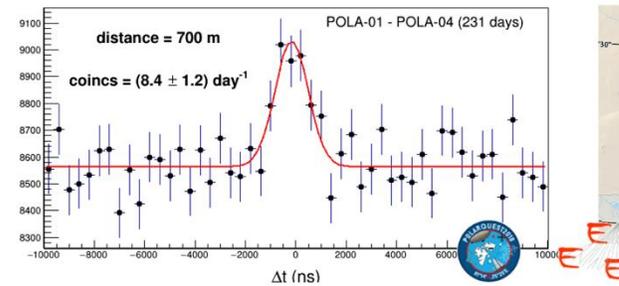
# Le misure di PolarquEEEst

Sono in corso studi originali sulle caratteristiche del flusso e sulle coincidenze a latitudini polari.

La misura del flusso di muoni effettuata fra i 35°N e 82°N ha permesso la pubblicazione di uno studio dell'effetto latitudine, Eur. Phys. J. C (2023) 83:293

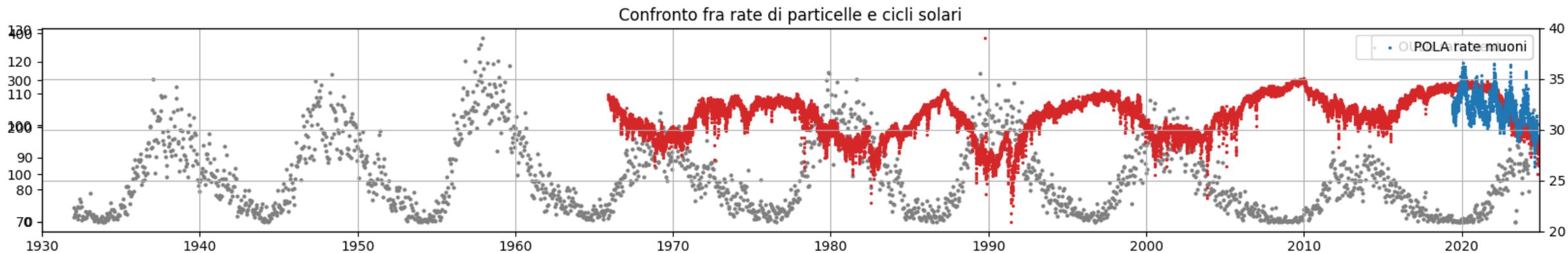
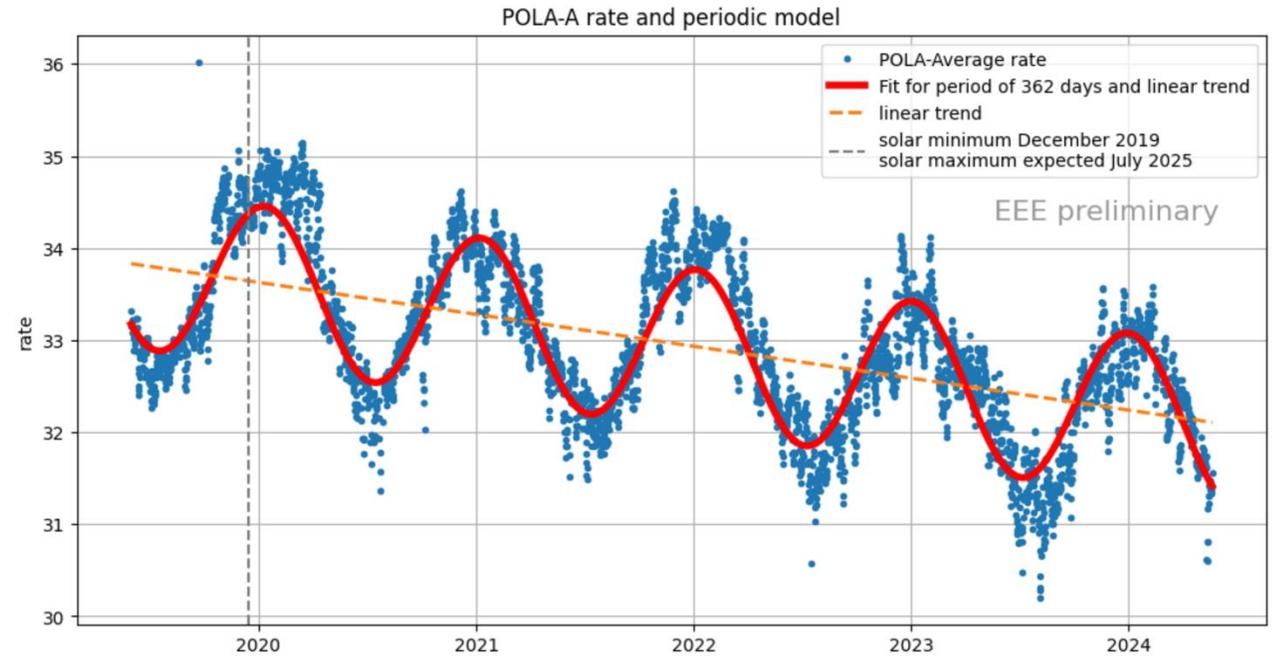


I tre telescopii sono installati ~1km l'uno dall'altro a Ny Ålesund. Sono in corso studi di coincidenze derivanti da sciami estesi



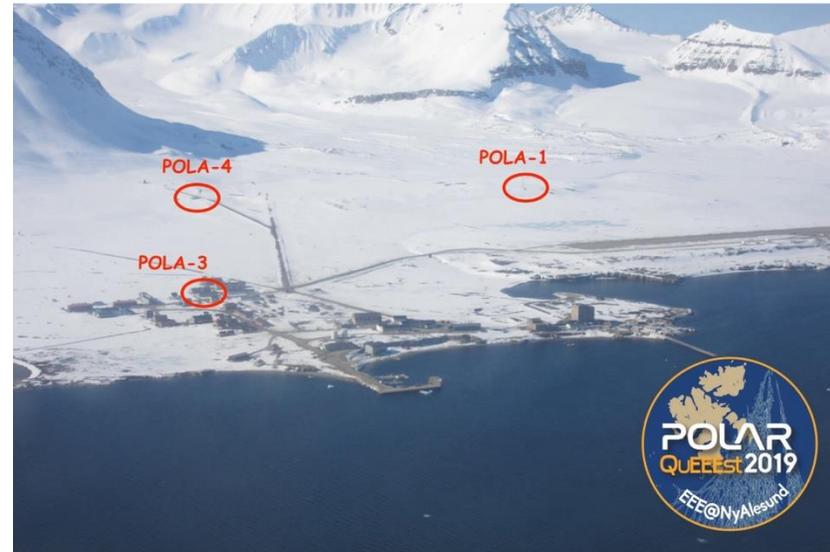
# Stagionalità del flusso di muoni

Oltre a un evidente andamento annuale, stiamo studiando una possibile dipendenza dal ciclo solare e altre eventuali periodicità

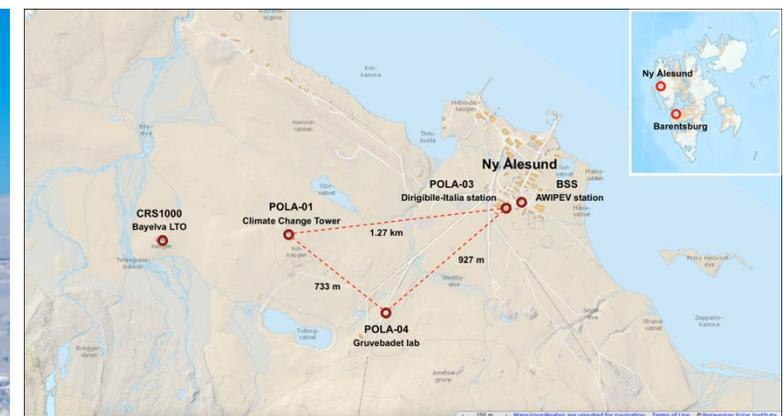


# Correlazioni con altri parametri

L'installazione all'interno di un sito ricco di infrastrutture scientifiche come la base internazionale di Ny Ålesund, inoltre, dà la possibilità di ricercare eventuali correlazioni fra il flusso di muoni e numerosi altri parametri, solari, planetari e atmosferici.

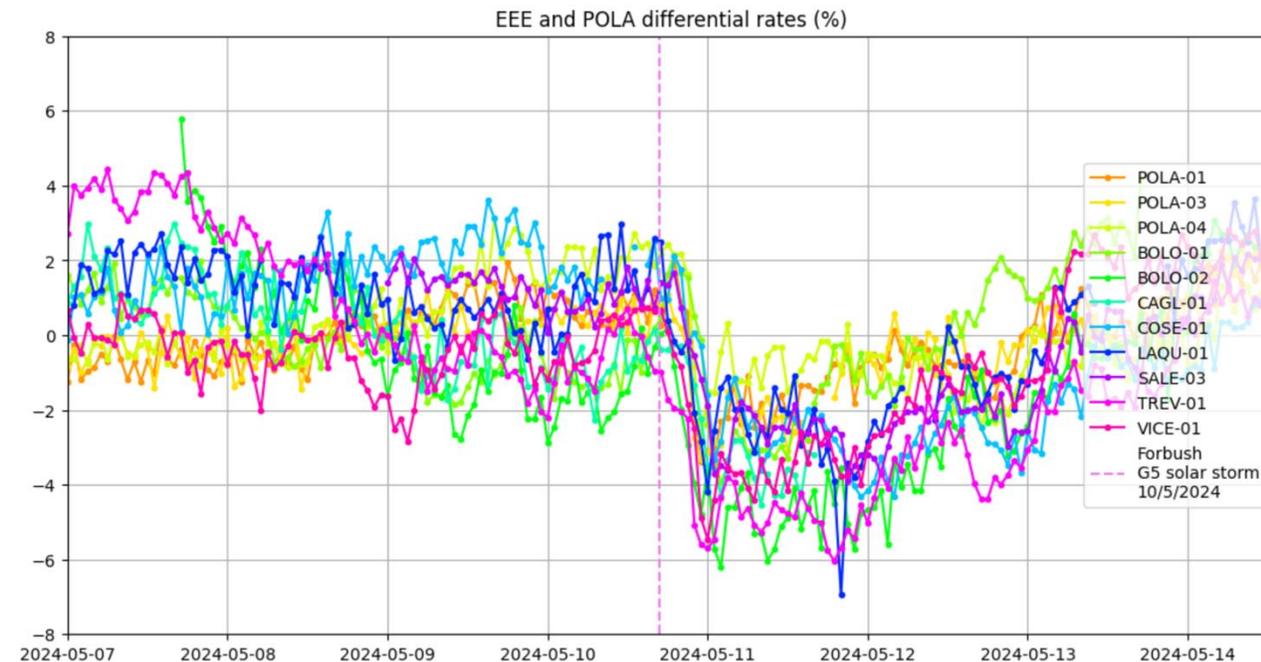


# Rivelatori di neutroni a Ny Ålesund



# Effetto Forbush visto da EEE e POLA-R

- Per effetto delle tempeste solari, i campi magnetici interplanetari e terrestri intensificano l'effetto di deflessione e schermatura delle particelle cosmiche e sulla Terra si misura una diminuzione dei loro prodotti secondari: effetto Forbush.
- anche i telescopi EEE e POLA-R vedono questo fenomeno
- in particolare il 10 maggio 2024, quando è avvenuta la tempesta solare più intensa degli ultimi anni



# Conclusione (i primi) 6 anni di PolarquEEEst

Con PolarquEEEst, la rete di telescopi di EEE si estende su 4800 km, fra i 35°N e i 82°N.

Abbiamo registrato più di  $10^9$  di eventi in quasi sei anni, e osserviamo caratteristiche di periodicità estremamente interessanti.

Molte altre analisi sono in corso.

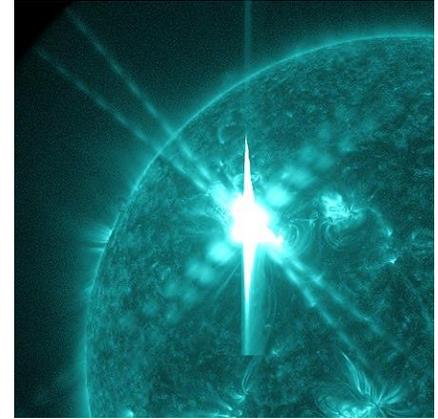
L'installazione in una base scientifica internazionale ha facilitato la nascita di collaborazioni con scienziati di enti e paesi diversi, per la ricerca di correlazioni con parametri ambientali e cosmologici misurati in maniera completamente indipendente.

Opportunità di grande valore per gli studenti e i ricercatori di EEE.

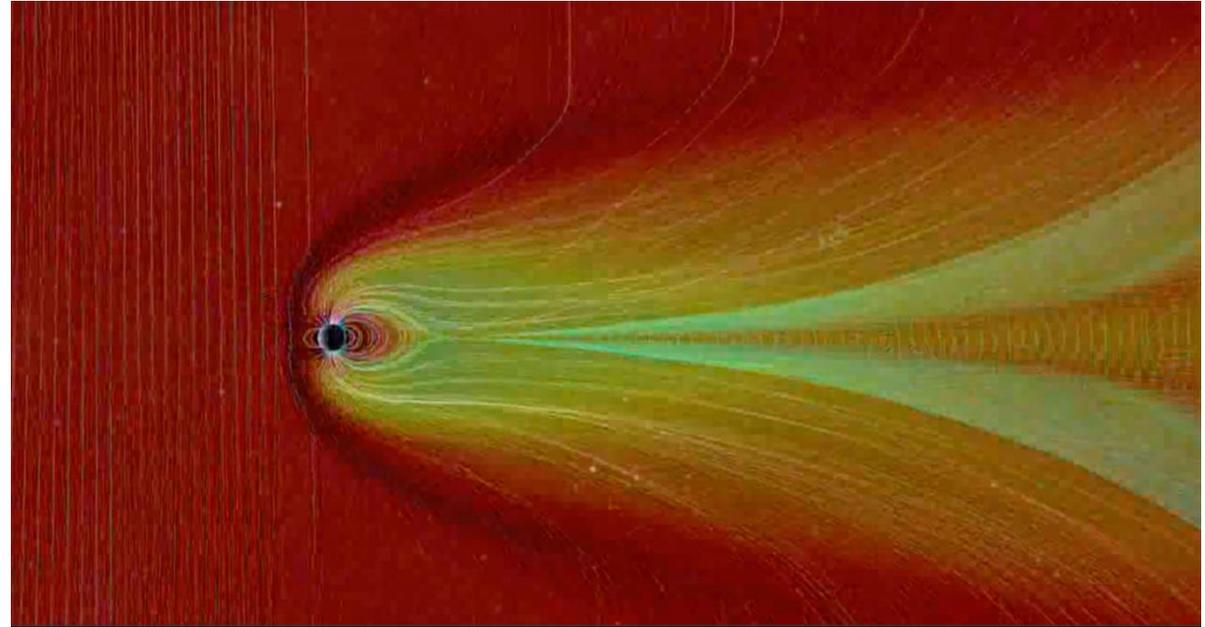
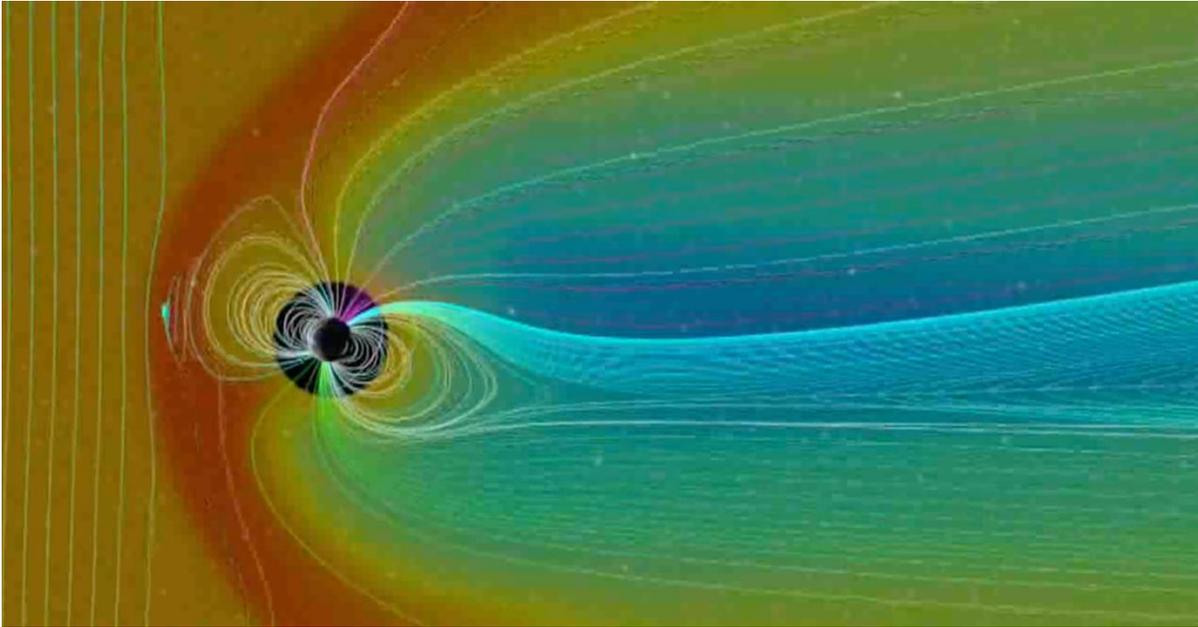
Backup: Forbush

# Eventi solari ed effetto sulla Terra

- tempeste solari: emissioni di radiazione X dall'atmosfera solare, viaggiano alla velocità della luce e arrivano alla Terra in 8 minuti
- emissioni di plasma dalla corona solare: principalmente elettroni e protoni, viaggiano a 20-3200 km/s e impiegano da 1 a 5 giorni per raggiungere la Terra
- entrambi i fenomeni hanno origine da o vicino specifiche zone attive, particolarmente numerose in questo periodo di massimo del ciclo solare
- possono causare danni ai satelliti, alle linee elettriche, disturbi alle trasmissioni radio, aurore boreali



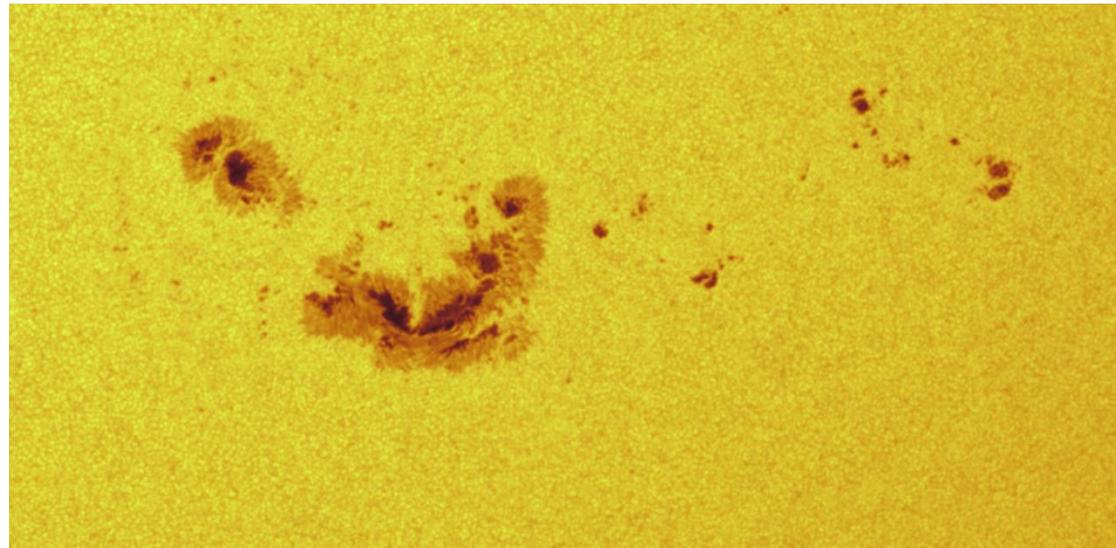
# Effetto Forbush



Il plasma emesso dal sole deforma il campo magnetico terrestre e rafforza l'effetto di schermatura dai raggi cosmici

# L'evento solare del maggio 2024

- la tempesta magnetica solare del 10-12 maggio 2024 è stato uno degli eventi più estremi degli ultimi 20 anni
- è iniziato con la fusione di due regioni attive sul sole, con forti emissioni di radiazione X il 5 maggio



# L'evento solare del maggio 2024

- la tempesta magnetica solare del 10-12 maggio 2024 è stato uno degli eventi più estremi degli ultimi 20 anni
- è iniziato con la fusione di due regioni attive sul sole, con forti emissioni di radiazione X il 5 maggio
- il 9 maggio si è osservata una emissione di plasma coronale X2.2 che si è sovrapposta a una precedente più lenta, emessa 8 maggio
- a una distanza 1 AU le due CME si sono unite ed hanno generato l'evento estremo osservato sulla Terra

# Emissione di plasma dalla corona solare : venerdì 22 novembre 2024

