

# Stagionalità e dipendenza dalla temperatura dei rate di POLA-R

Ombretta e Rosario

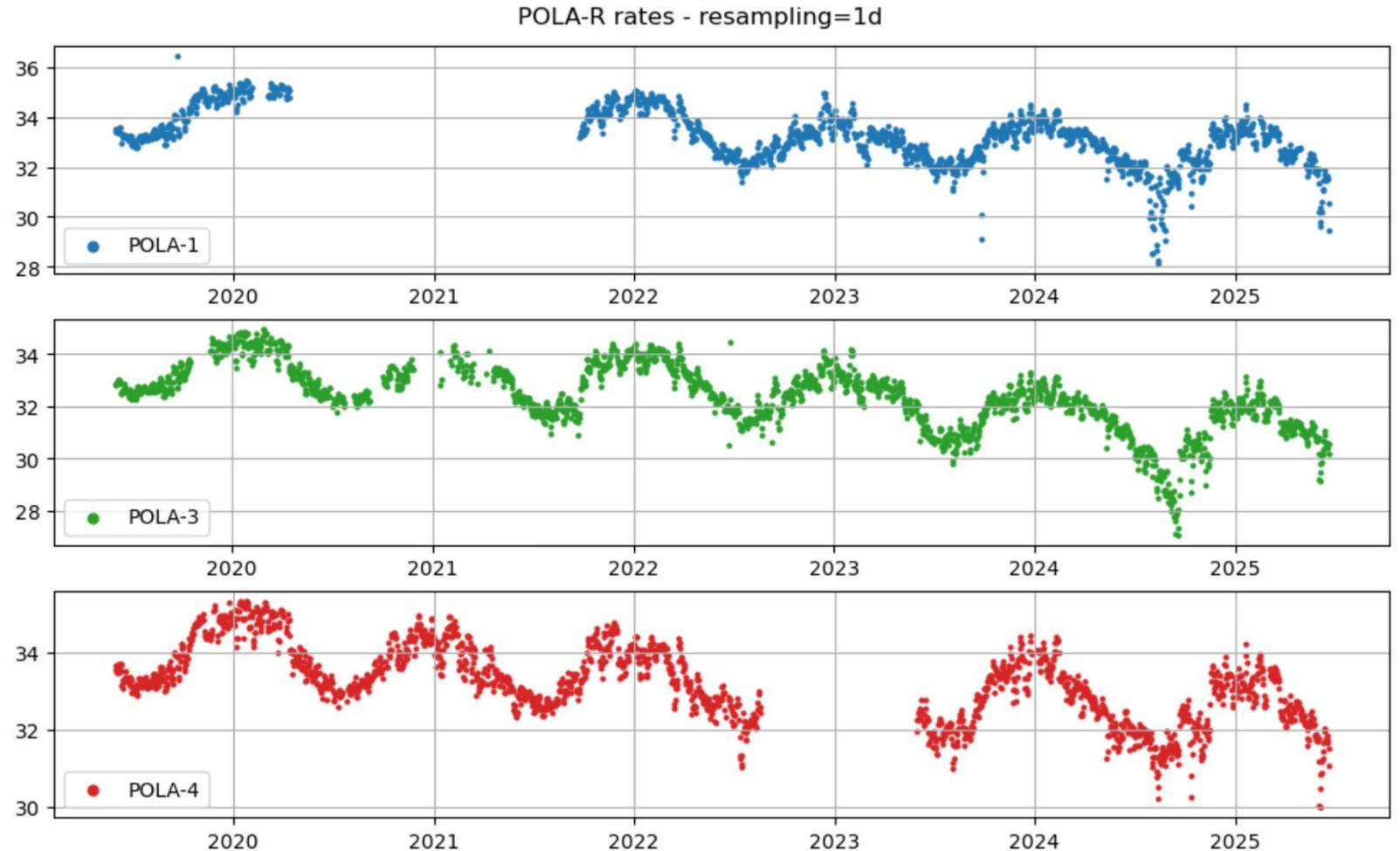
7-8 Luglio 2025



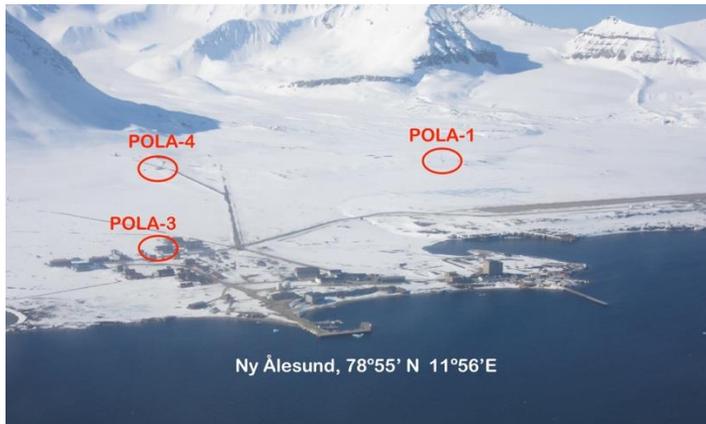
# Articolo stagionalità rate POLA-R

- in progress

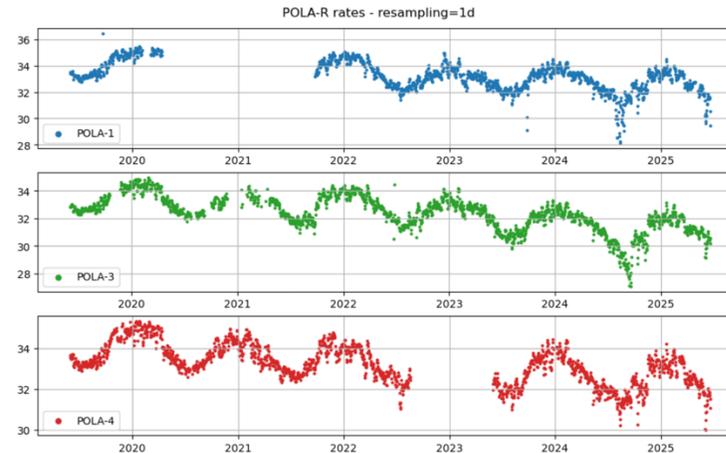
Per il momento il testo è incentrato solo sulla periodicità annuale



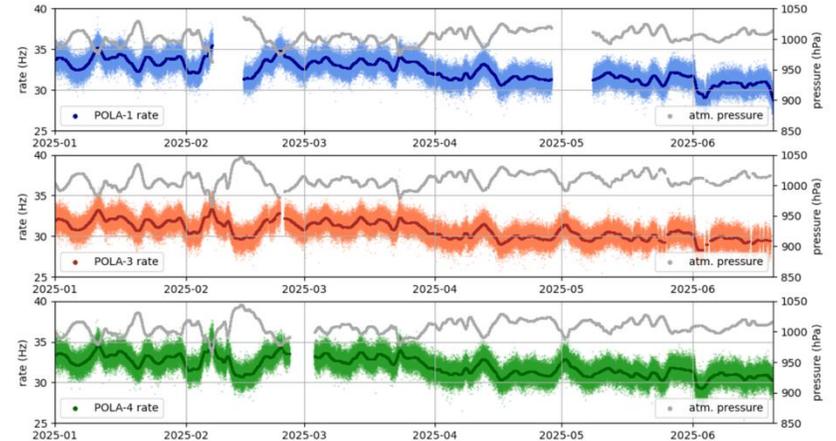
# Plot principali per articolo stagionalità 1/2



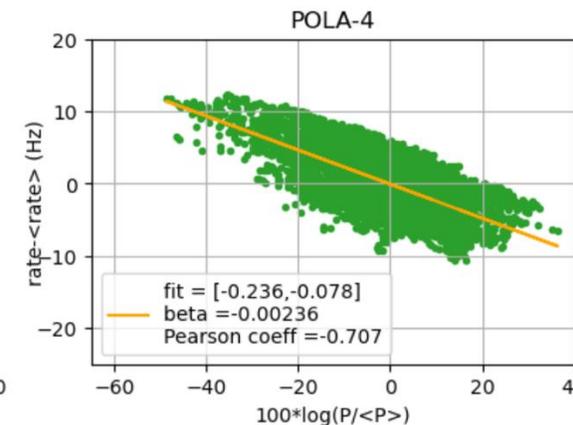
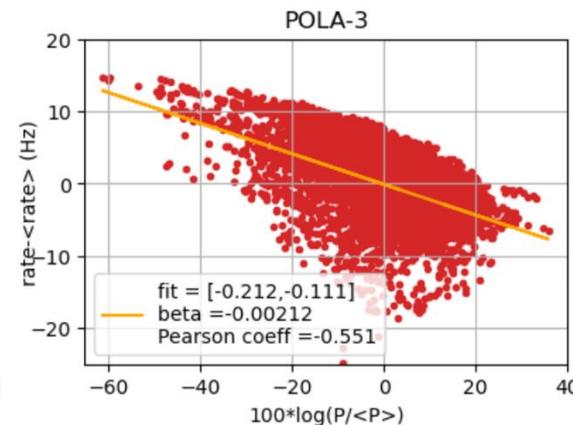
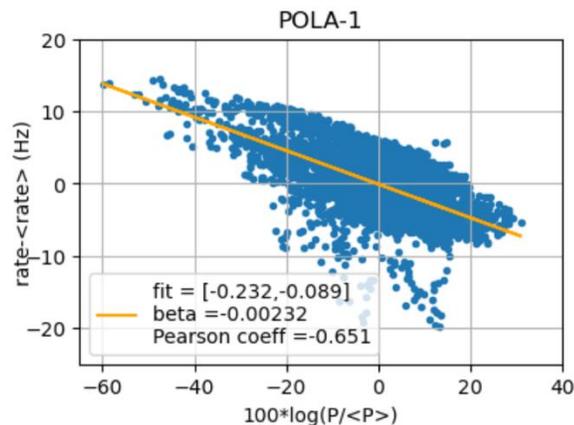
1. mappa Ny-Ålesund



2. serie complete 2019/2025



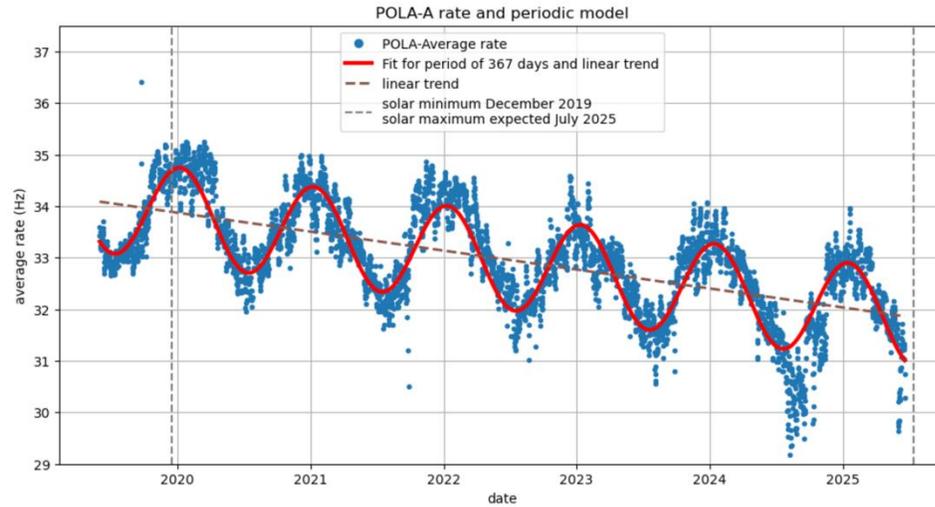
3. rate e pressione con piccoli gap 2025



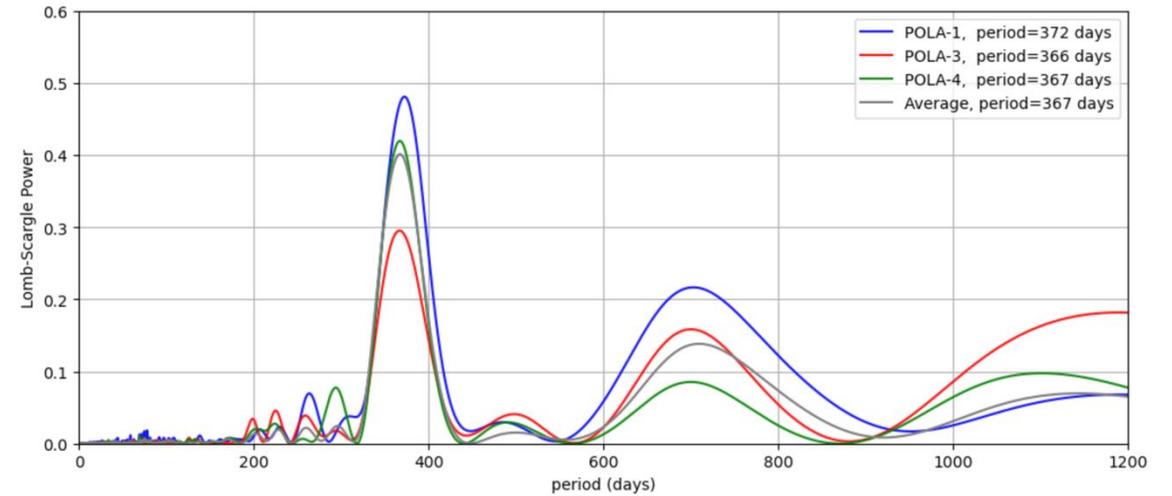
4. correlazione rate e pressione con calcolo beta e Pearson

Forse, 5. uno schema con le 8 tiles per descrivere la **correzione secondo le pseudo-efficienze** e (forse) un plot per mostrarne l'effetto

# Plot principali per articolo stagionalità 2/2

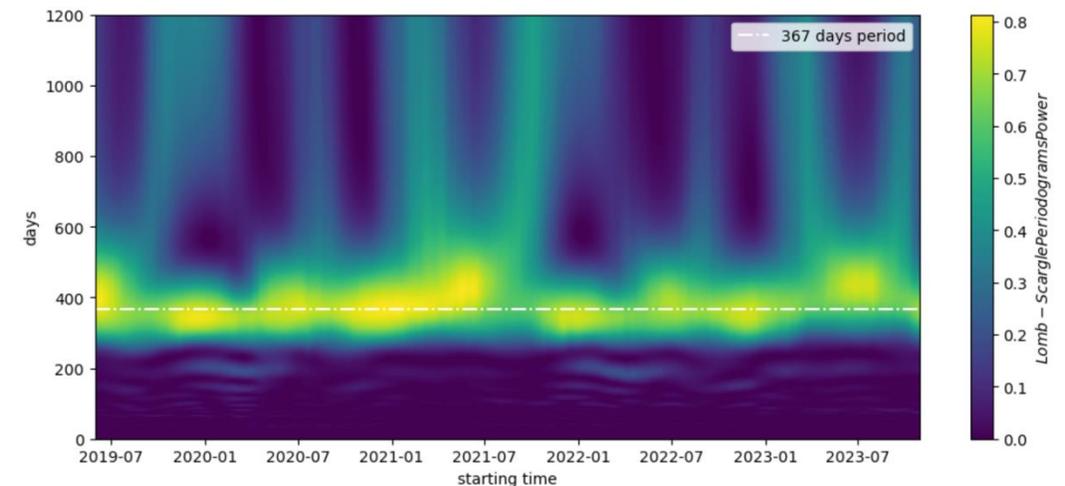


5. rate medio e modello periodico



6. periodogramma dei tre POLA-R e della media

Forse 6/b un plot FFT o wavelet per confronto, dopo aver estrapolato i dati per riempire i gap nelle serie dei rate (per i gap superiori a diversi mesi –POLA-1– troncheremo le serie)



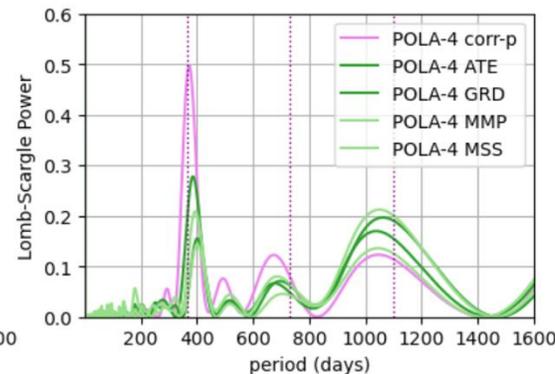
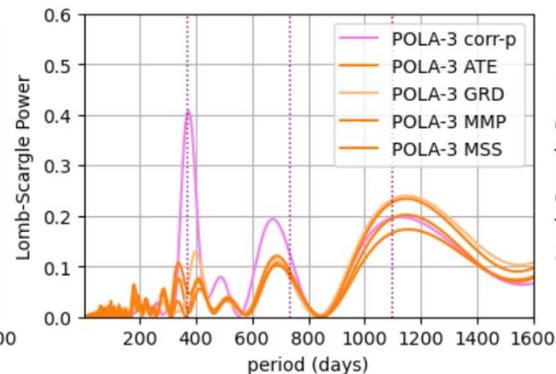
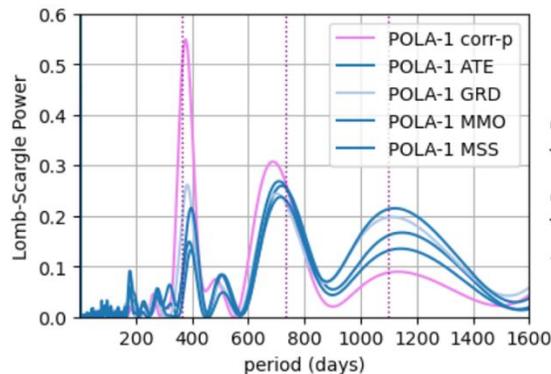
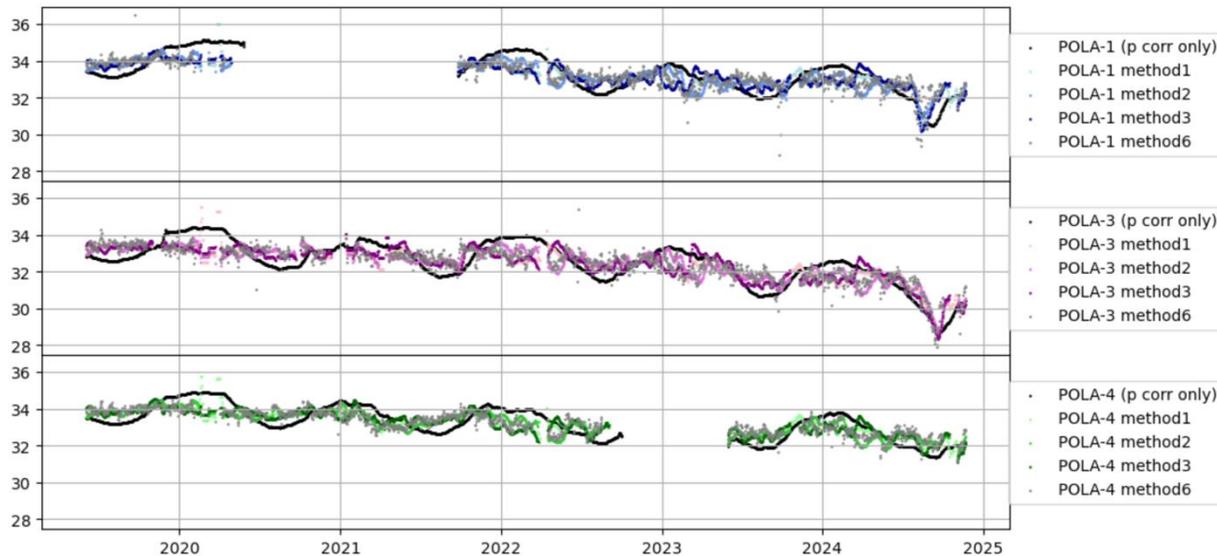
7. periodogramma nel tempo

# Proposta estensione articolo stagionalità

Oltre alla serie originale abbiamo analizzato l'influenza di parametri atmosferici

(paper de Mendonça) che contribuiscono fortemente alla componente periodica annuale

POLA-1-3-4 rate corrected for pressure and temperature - methods 1-2-3-6



Molte collaborazioni *underground* (KM3NeT, IceCube, NOvA, OPERA, MACRO) hanno pubblicato paper su stagionalità, incentrando l'analisi sull'effetto di  $T_{EFF}$  (OPERA anche con periodogramma)

# Correzioni in temperatura

Paper: de Mendonça: Temperature effect in secondary cosmic rays (muons) observed on the ground: analysis of the global muon detector network data. 2016  
doi:10.3847/0004-637X/830/2/88

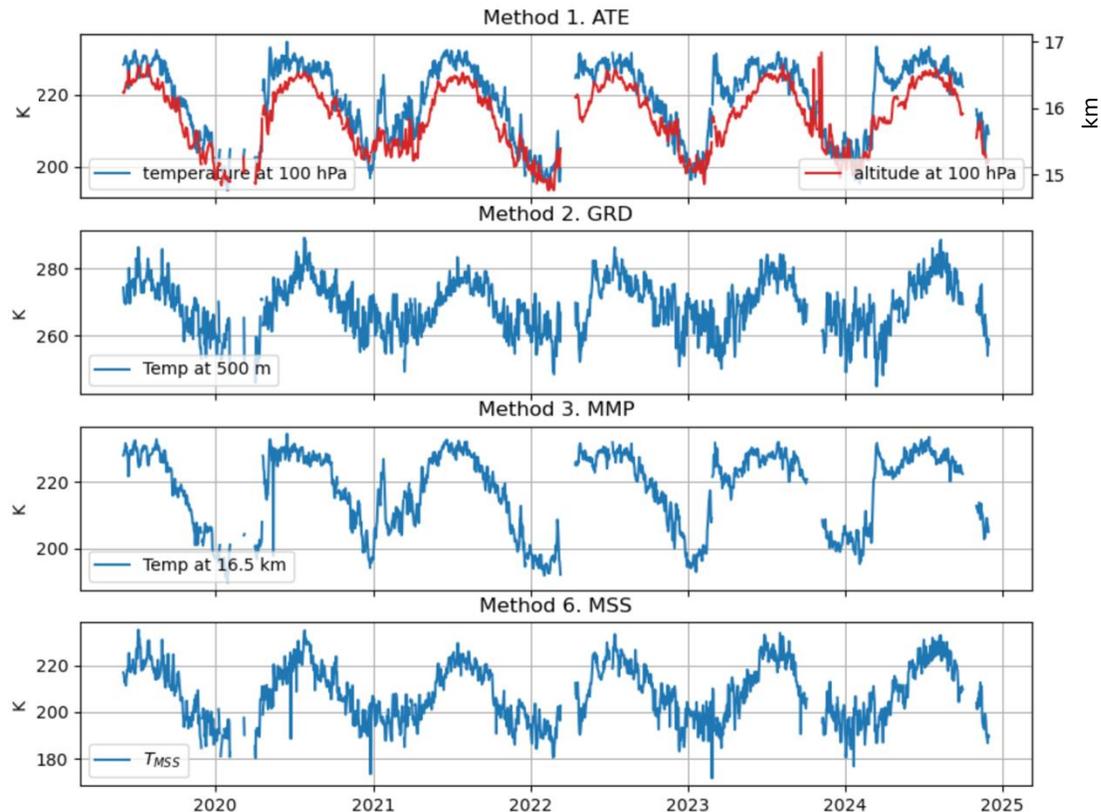
$$\Delta I_{CPT} = \Delta I_{CP} - \Delta I_T$$

$$\Delta I_T = \alpha * \Delta X$$

tutte le correzioni hanno questa forma, dove X è un parametro atmosferico (temperatura, pressione, altitudine, ...) e  $\alpha$  un coefficiente da calcolare

abbiamo le misure da radiosonde su Ny-Ålesund ogni giorno dal 2019 al novembre 2024: temperatura, pressione, umidità relativa fino a ~35 km di altezza

# Correzioni in temperatura

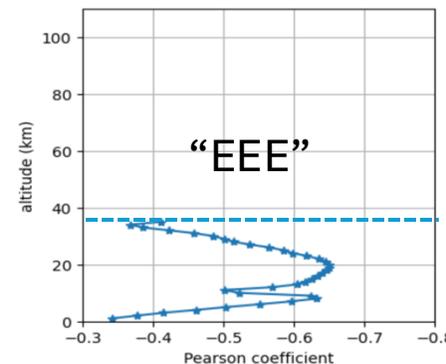
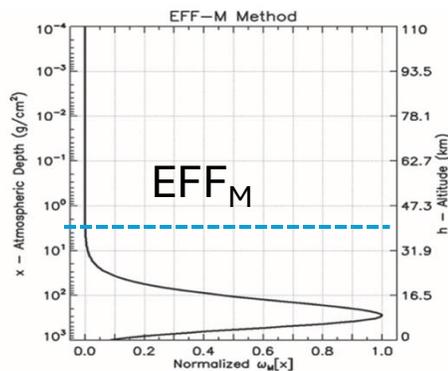
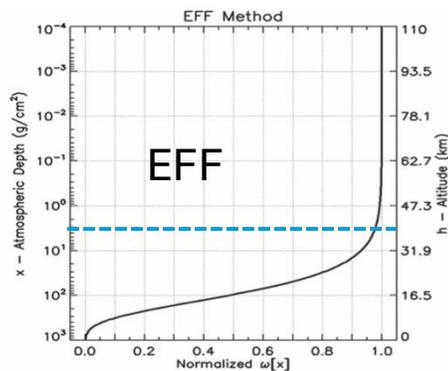
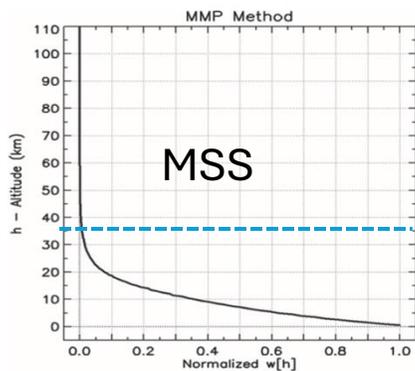
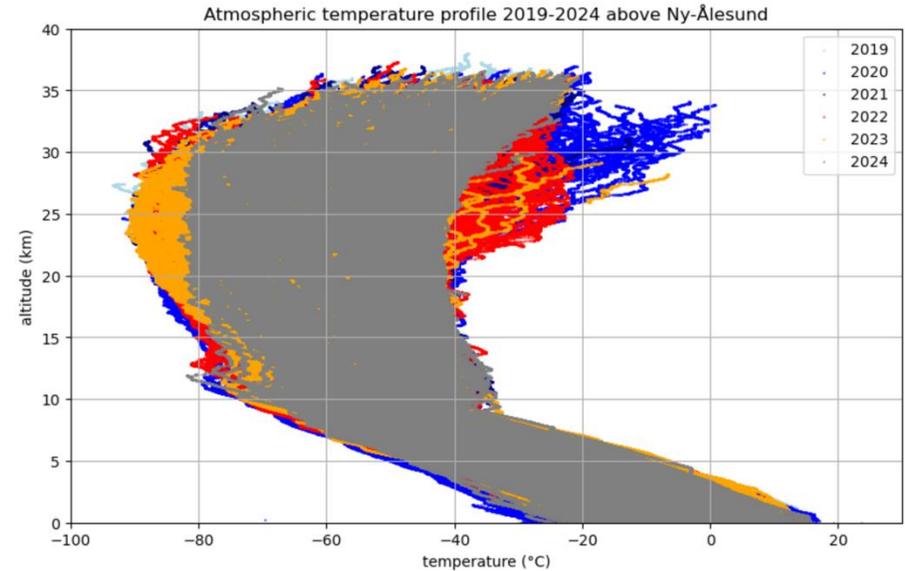
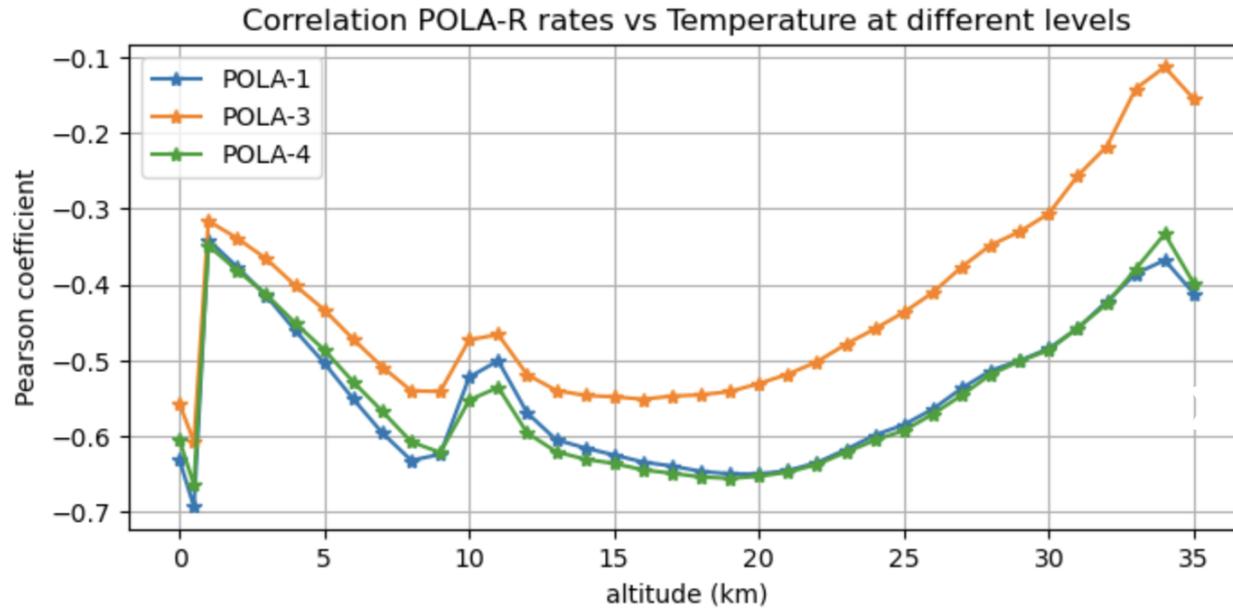


- Method 1. **ATE (Atmospheric Expansion Model)**
  - X è l'altezza dell'isobara da 100 hPa (Duperier, 1949)
- Method 2. **GRD (Ground)**
  - X è la temperatura a 500 m di altezza
- Method 3. **MMP (Maximum Muon Production)**
  - X è la temperatura a 16.5 km
  - il ns trend è *diverso* da quello del paper, a medie/basse latit.

- Method 4. ATE+GRD+MMP (Berkova, 2011)
- Method 5. Integral method (Sagisaka, 1986)

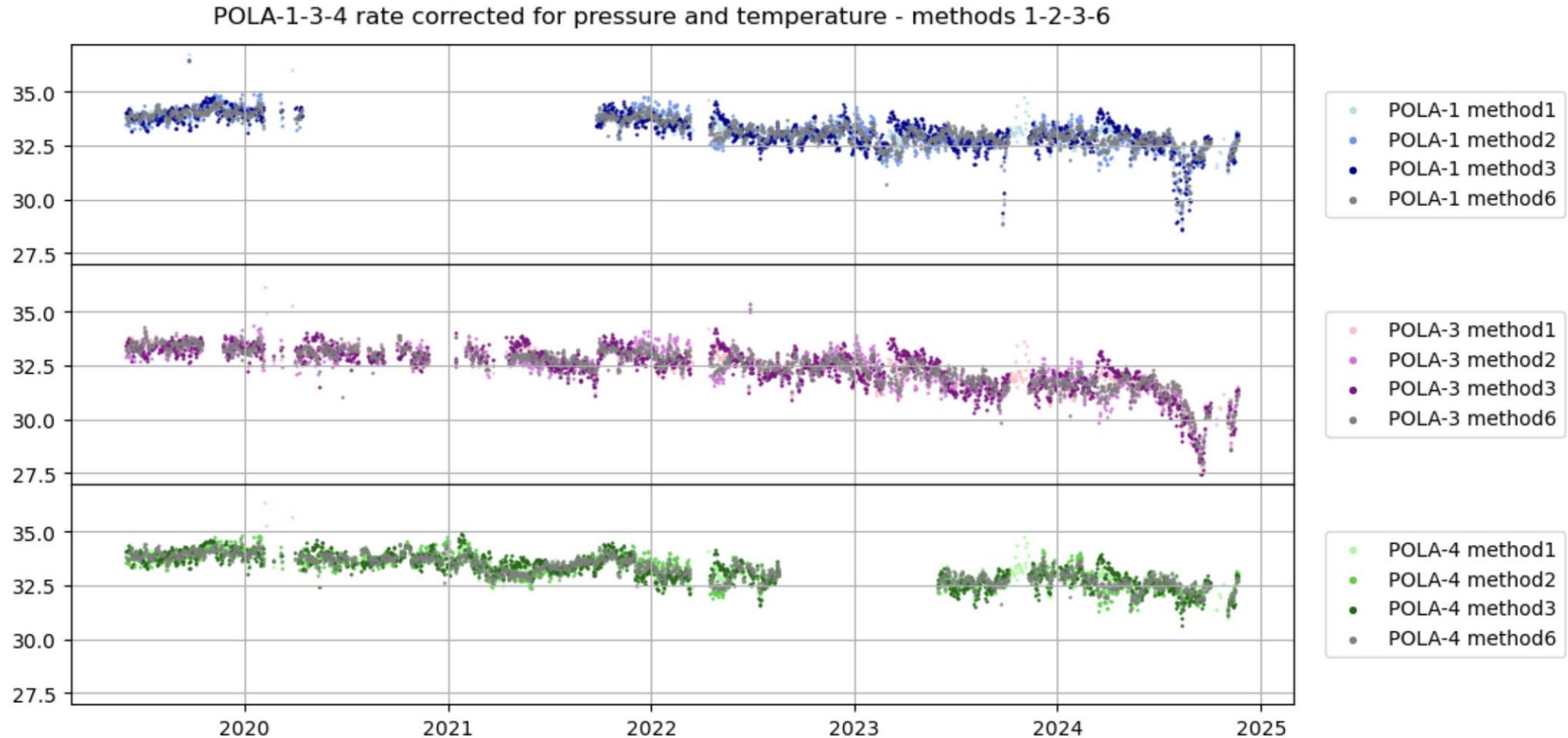
- Method 6. **MSS (Mass Weighted Method)**
  - X è una temperatura 'pesata' dell'atmosfera
  - molto usato da detector di muoni in superficie
- Method 7. EFF – EFF<sub>M</sub>
  - utilizzato da tutti per underground muons, modificato per muoni in superficie, in corso di implementazione

# Dipendenza dalla temperatura atmosferica

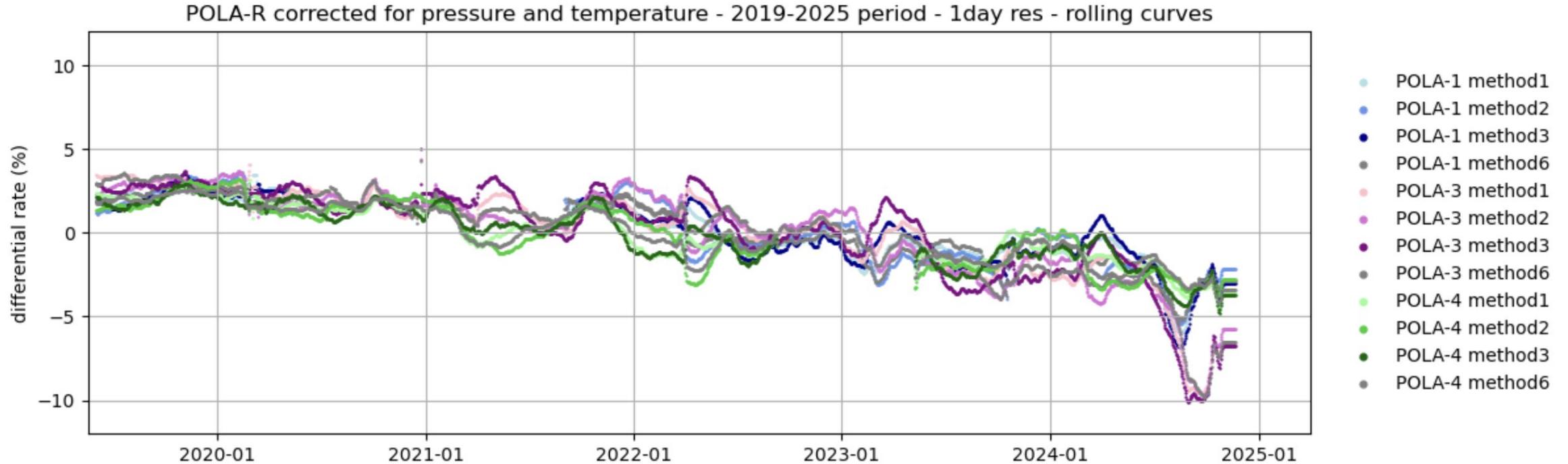


in base a questa correlazione, possiamo proporre **un nostro metodo** per ‘pesare’ l’atmosfera ed applicare la correzione in temperatura ai rate

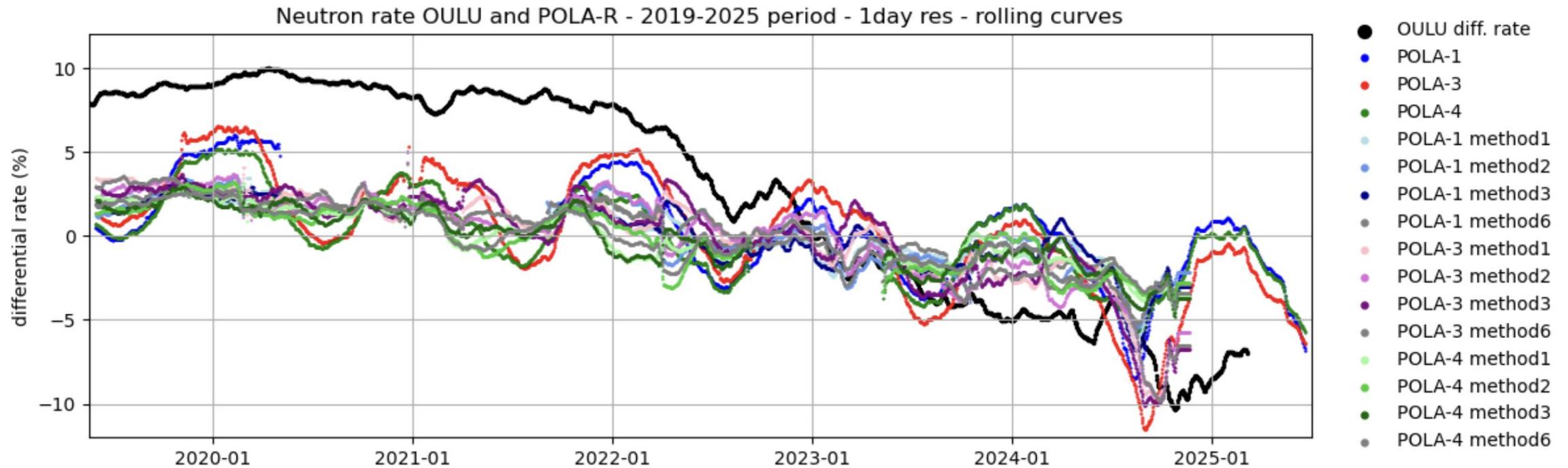
# Rate corretti in pressione e temperatura



# Rate corretti in pressione e temperatura



# Rate corretti in pressione e temperatura



# Correlation with OULU differential rate

**Pearson coefficient before/after  
the temperature correction**

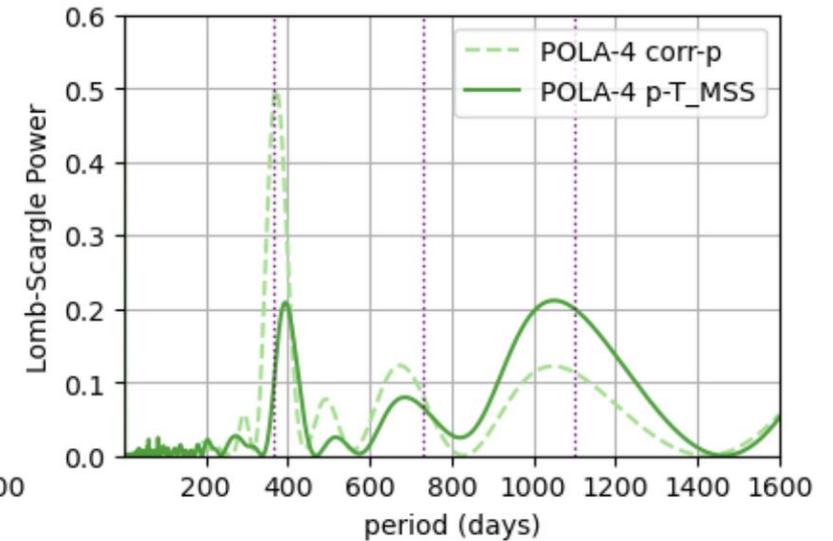
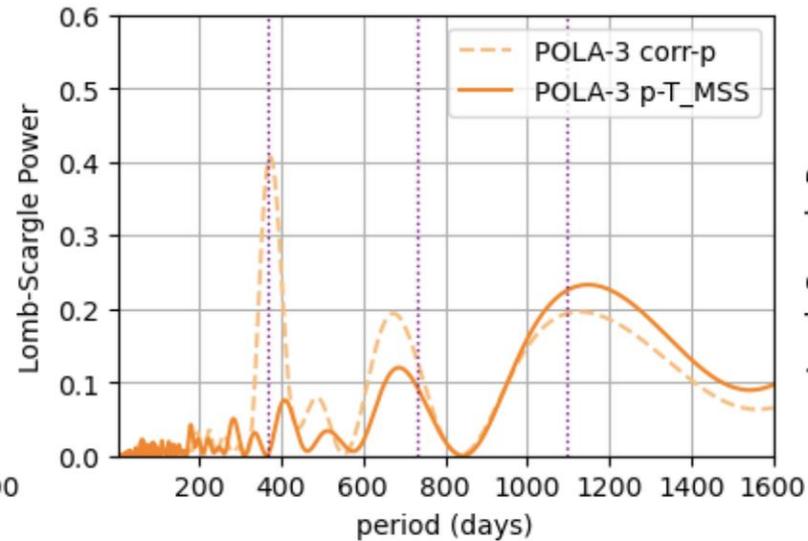
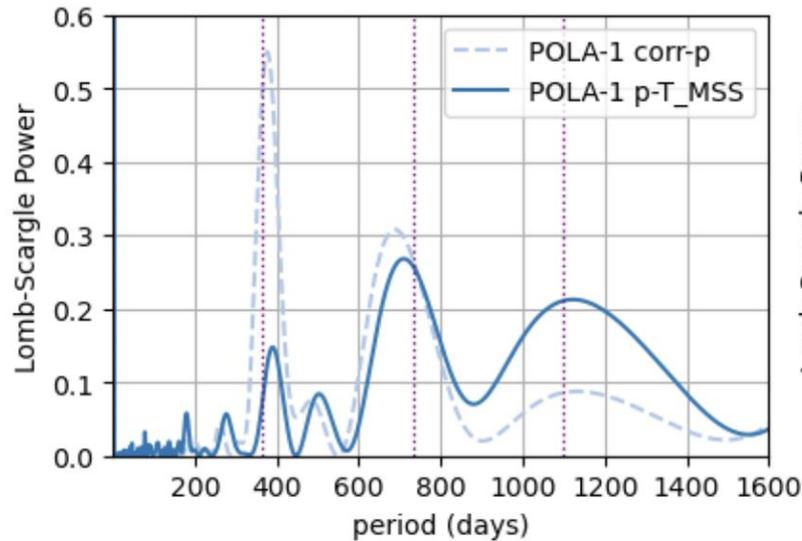
Description	POLA-1	POLA-3	POLA-4
Drate.p	0.646	0.669	0.632
Drate.p.t_ATE	0.727	0.798	0.743
Drate.p.t_GRD	0.746	0.791	0.730
Drate.p.t_MMP	0.680	0.750	0.737
Drate.p.t_MSS	0.779	0.830	0.779
Drate.p.t_EFF	x	x	x

proposto nel 1949/51 da A. Duperier

molto citato e utilizzato (de Mendonça)

il più citato e utilizzato (soprattutto underground)

# Periodogrammi prima e dopo la correzione in temperatura (metodo MSS)



tutti i metodi di correzione per temperatura testati rimuovono quasi completamente la componente stagionale annuale

# Conclusioni paper stagionalità

- Plot principali:
  1. foto aerea sito Ny-Å
  2. serie temporale dei tre rate su 6 anni
  3. esempio 2025 con pressione e qualche buco
  4. correlazione per correzione barometrica (e/o correzione pseudo-efficienze)
  5. rate medio e modello periodico
  6. periodogramma (e/o FFT/Wavelets)
  7. plot-matrice evoluzione periodicità nel tempo
- Dipendenza dalla temperatura atmosferica
  - la inseriamo in questo articolo? Molte altre collaborazioni lo fanno, e il nostro lavoro di analisi è quasi completato
  - Plot:
    8. struttura dell'atmosfera sopra Ny-Ålesund (dati radiosonde)
    9. correlazione fra rate e temperature ai vari livelli atmosferici
    10. plot composto con metodi [*ATE*, *GRD*, *MMP*], *MSS*,  $EFF_M$  ed *EEE*, confronti
    11. rate corretti con pressione e temperatura
    12. periodogramma prima/dopo