

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
Corso di Laurea in Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia

**CARATTERIZZAZIONE
DI TRACCIANTI ATMOSFERICI
STABILI E RADIOATTIVI
PRESSO LA STAZIONE GAW
DI MT. CIMONE**

Tesi di Laurea in Chimica Ambientale

Relatore:
Chiar.ma Prof.ssa
TOSITTI LAURA

Presentata da:
FARANDA DAVIDE

- I traccianti atmosferici
- Il ^{222}Rn
- Lo strumento per la misura del ^{222}Rn
- Il sito di Mt. Cimone
- Analisi Dati:
 - Caratterizzazione statica generale
 - Analisi armonica e di correlazione
 - Episodi di trasporto
- Conclusioni

I traccianti atmosferici

Difficoltà nelle misure di composti climaticamente attivi

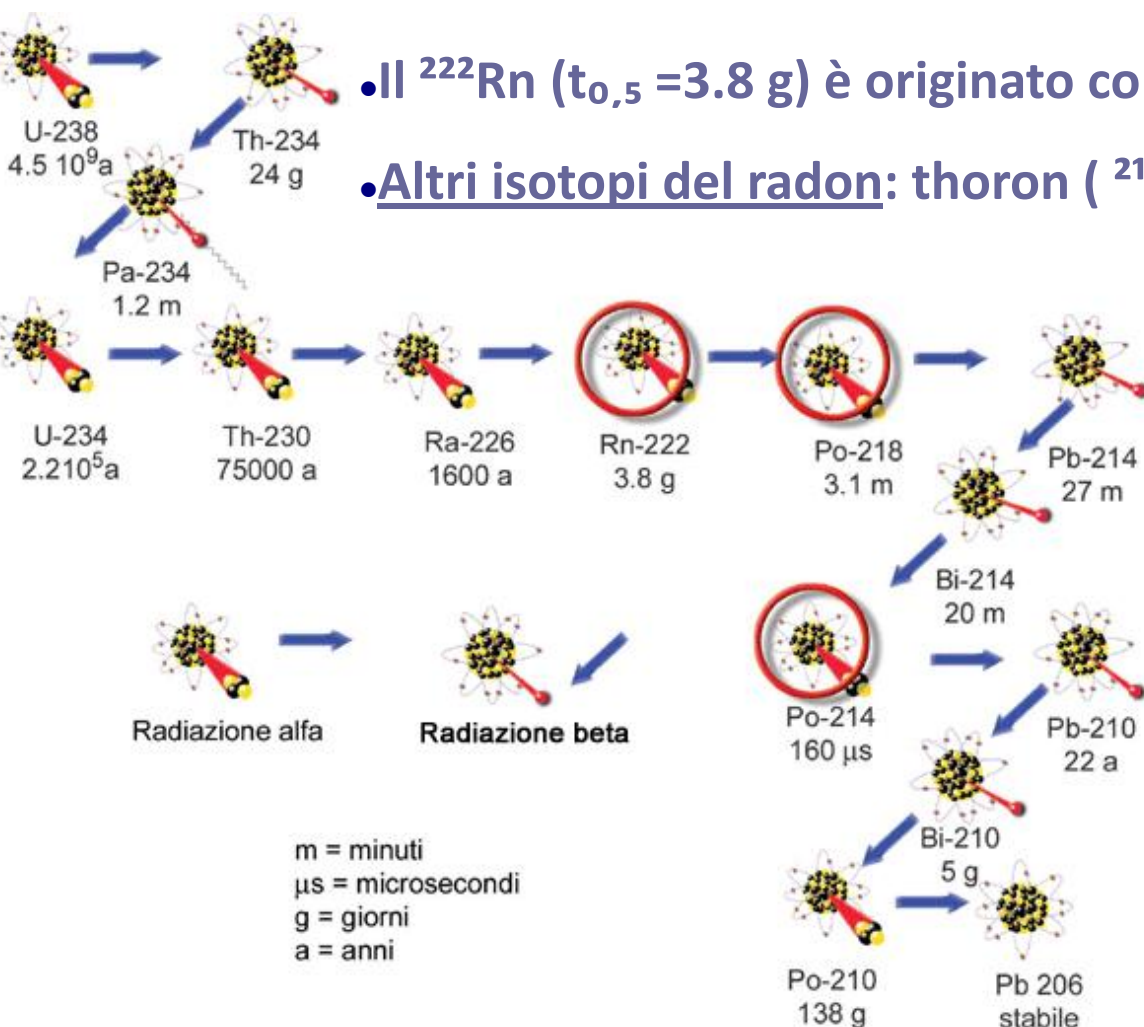
- L'atmosfera è un sistema dinamicamente complesso
- Le sorgenti non sono uniformi
- I meccanismi di immissione, trasporto, trasformazione e rimozione sono difficili da modellare anche a causa della non linearità

Occorre individuare composti che abbiano sorgenti condivise con i composti studiati ma con un comportamento più semplice



L'utilizzo di traccianti è, in tal senso, un approccio storicamente efficace che migliora la nostra comprensione circa la fenomenologia di alcuni gas serra

L'elemento radon



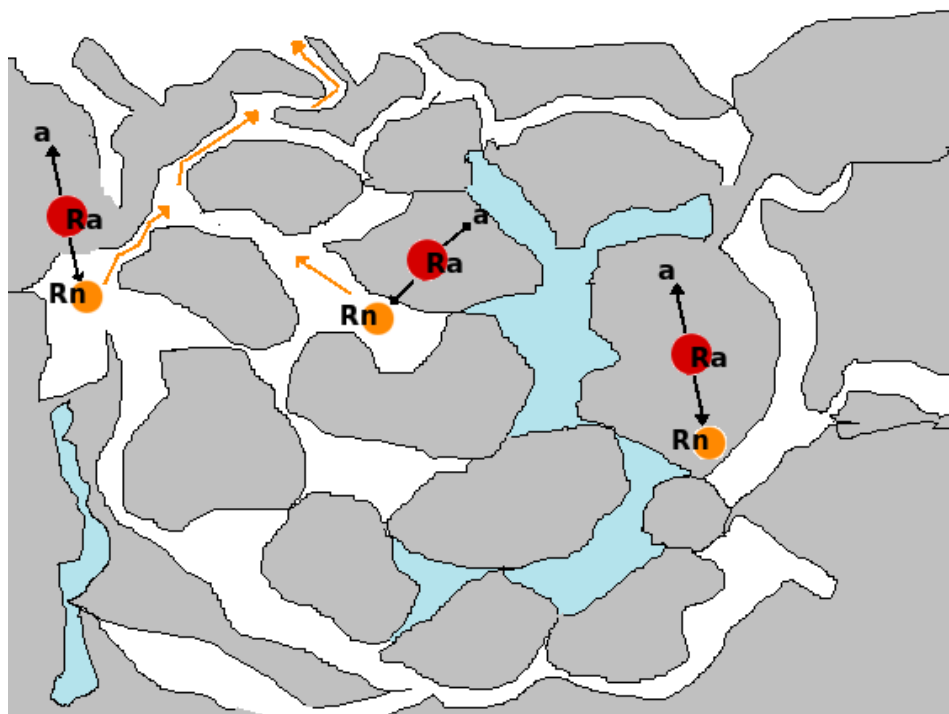
- Il ^{222}Rn ($t_{0,5} = 3.8$ g) è originato come prodotto di decadimento del ^{226}Ra
- Altri isotopi del radon: thoron (^{219}Rn , $t_{0,5} = 56$ s) e actinon (^{220}Rn , $t_{0,5} = 4$ s)

Caratteristiche

- Inerzia chimica (in quanto gas nobile)
- Non soggetto a deposizione umida
- Non interagisce con aerosol
- $t_{0,5}$ è simile al tempo di residenza di alcuni composti atmosferici

Emissione e Immissione in Atmosfera

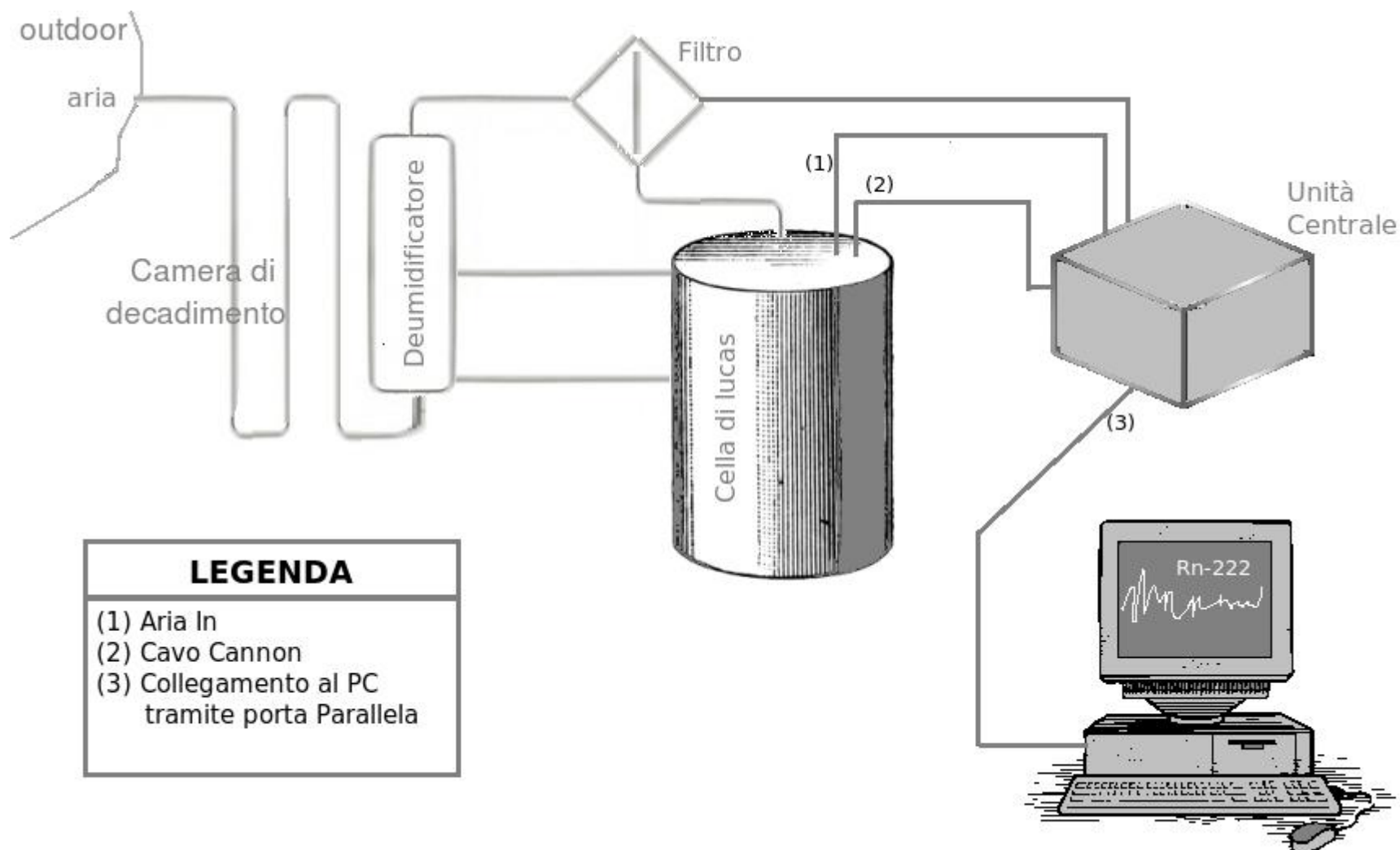
- Durante il decadimento di ^{226}Ra , il ^{222}Rn può fuoriuscire nei pori del materiale
- Materiali porosi ne favoriscono maggiormente la fuoriuscita
- I processi diffusivi e i moti convettivi sono responsabili dell'immissione in atmosfera



- Le emissioni di ^{222}Rn da parte degli oceani sono di due ordini di grandezza inferiori a quelle continentali

Il fatto che il radon condivida la sorgente crostale con la CO_2 (emessa dai suoli per processi degradativi prodotti da microorganismi sul materiale organico) rende la simultanea misura dei due composti utile a caratterizzarne il comportamento

Il sistema di acquisizione della misura



Il Sito di Mt. Cimone

Caratteristiche del sito di Mt. Cimone

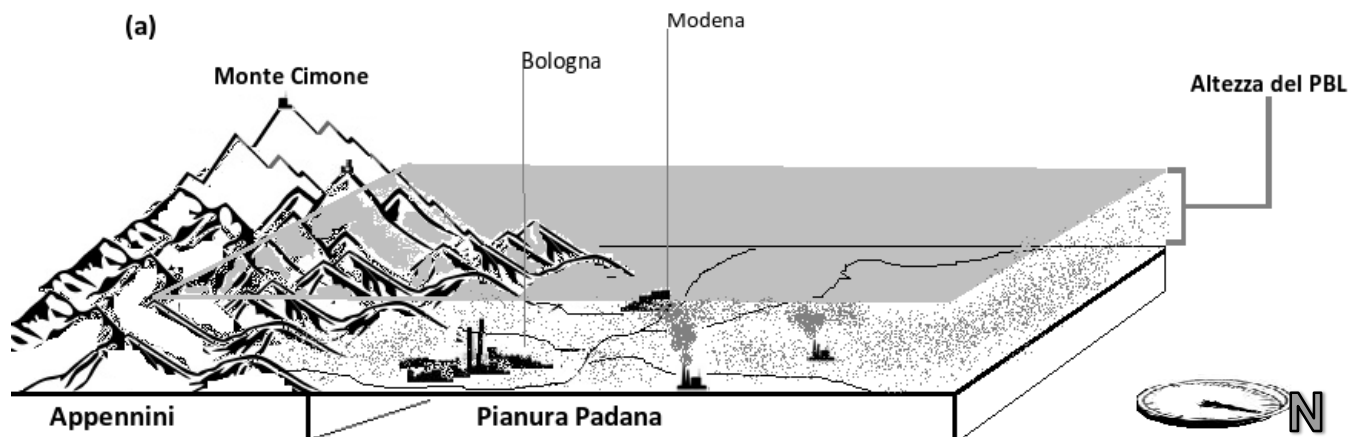
- Altezza: 2165 m s.l.m. (Vetta più alta dell'Appennino Tosco-Emiliano)
- Temperatura Media: 2°C (- 4°C In inverno e +10°C in estate)
- Venti: prevalentemente da SW e NE, velocità media di 16 nodi



Il Sito di Mt. Cimone

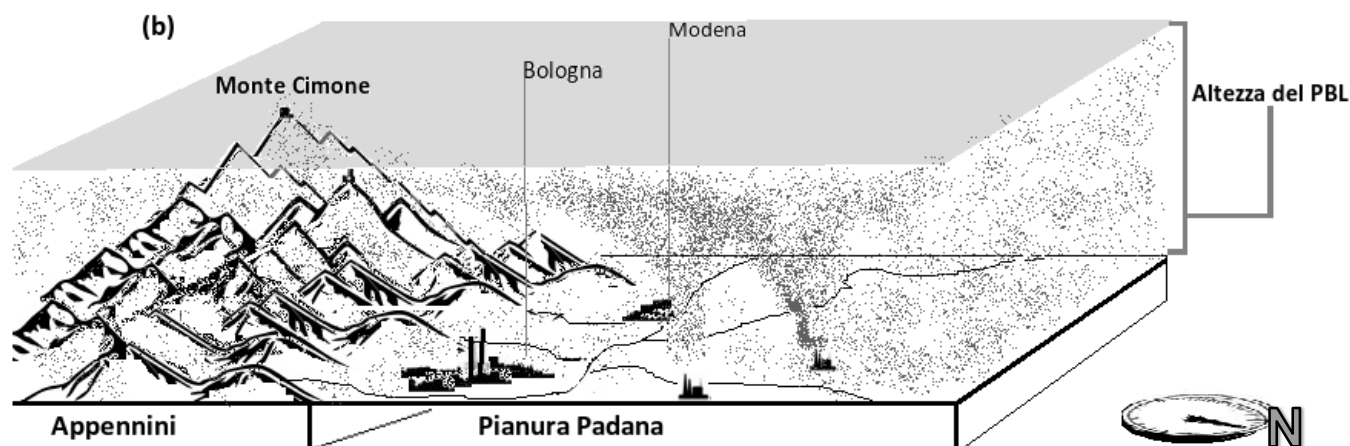
- Durante la stagione invernale la vetta del Cimone rimane quasi sempre al di sopra del PBL

Minimi dei composti con sorgenti localizzate al suolo



- In Estate la vetta del Cimone si immerge ed emerge dal PBL

Massimi dei composti con sorgenti localizzate al suolo



Obiettivi

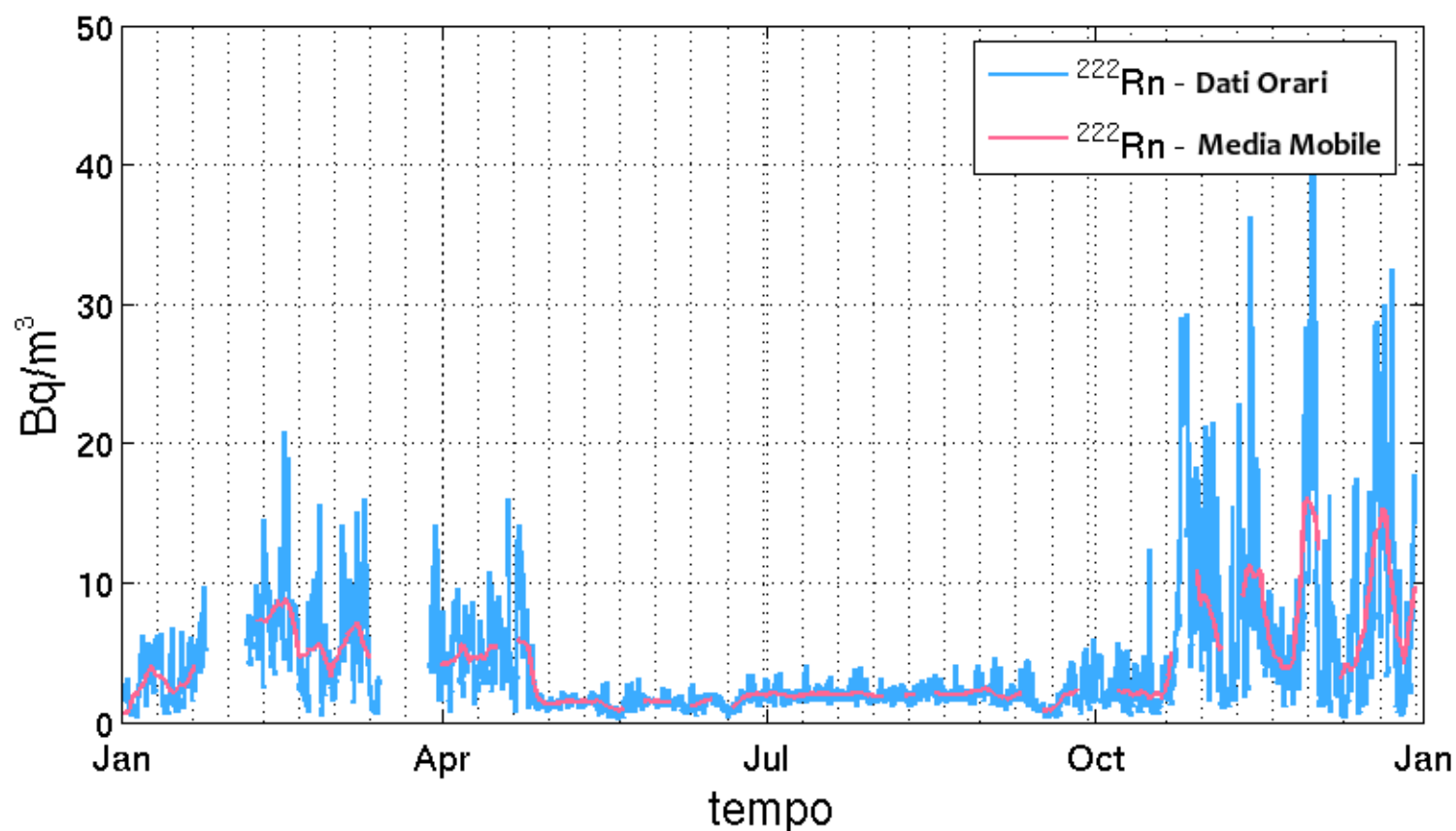
- Caratterizzare il comportamento del ^{222}Rn misurato presso Mt. Cimone individuandone periodicità, peculiarità e testando la congruenza dei dati con quelli misurati presso altre stazioni baseline
- Verificare l'utilità del ^{222}Rn come tracciante di CO_2

Strumenti statistici utilizzati

- Analisi statistica generale dei dati di radon per il 2003 e 2004
- Giorno tipico stagionale e analisi delle concentrazioni medie in funzione della direzione del vento
- Analisi armonica e di correlazione
- Episodi peculiari che mettano in evidenza il trasporto di masse ricche di radon presso il sito di misura

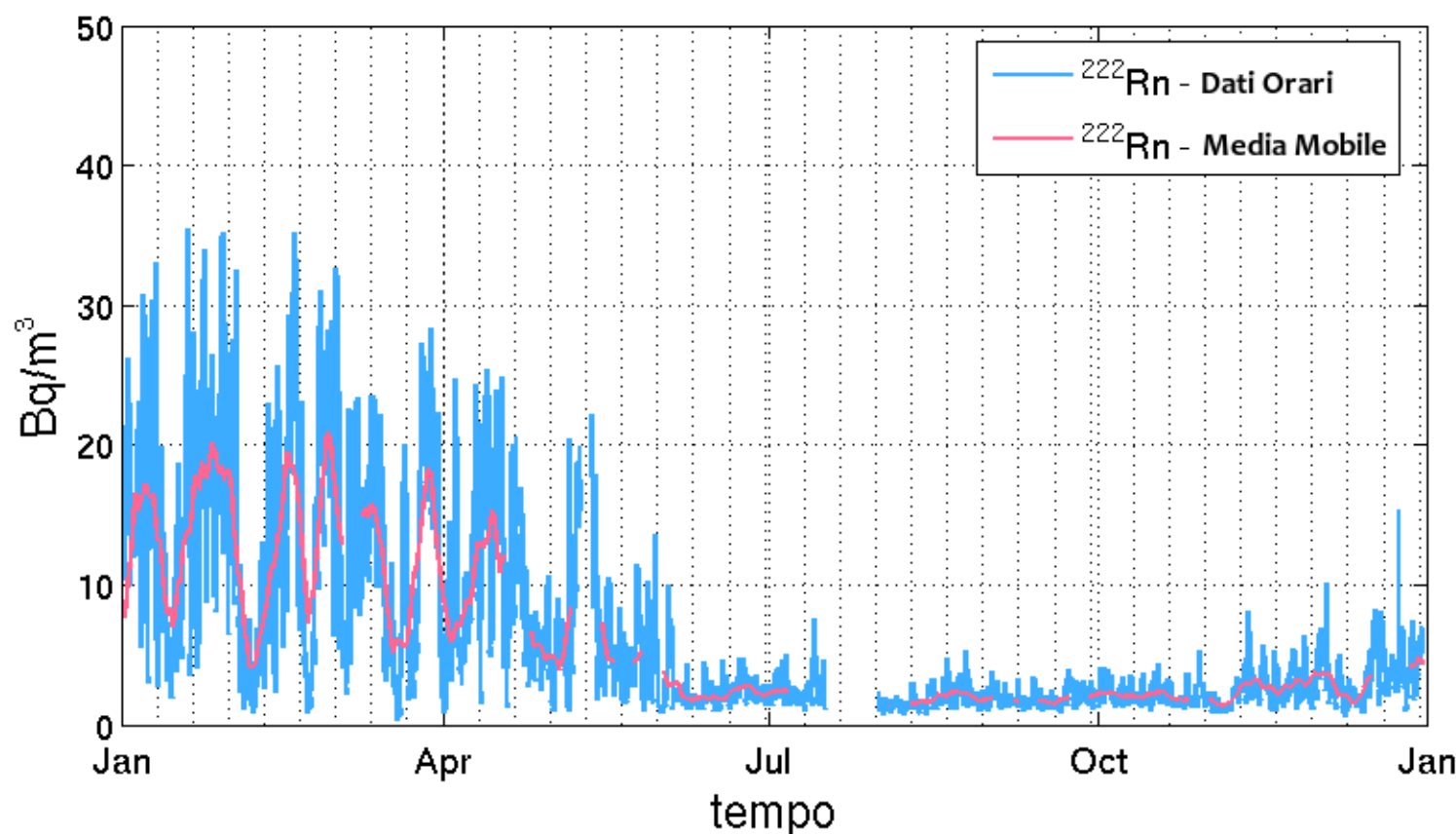
La serie di dati di ^{222}Rn per il 2003

- Concentrazione media: $(4 \pm 4) \text{ Bq/m}^3$ → In estate: $(1.8 \pm 0.6) \text{ Bq/m}^3$
- Valori più elevati in inverno contrariamente a quanto atteso



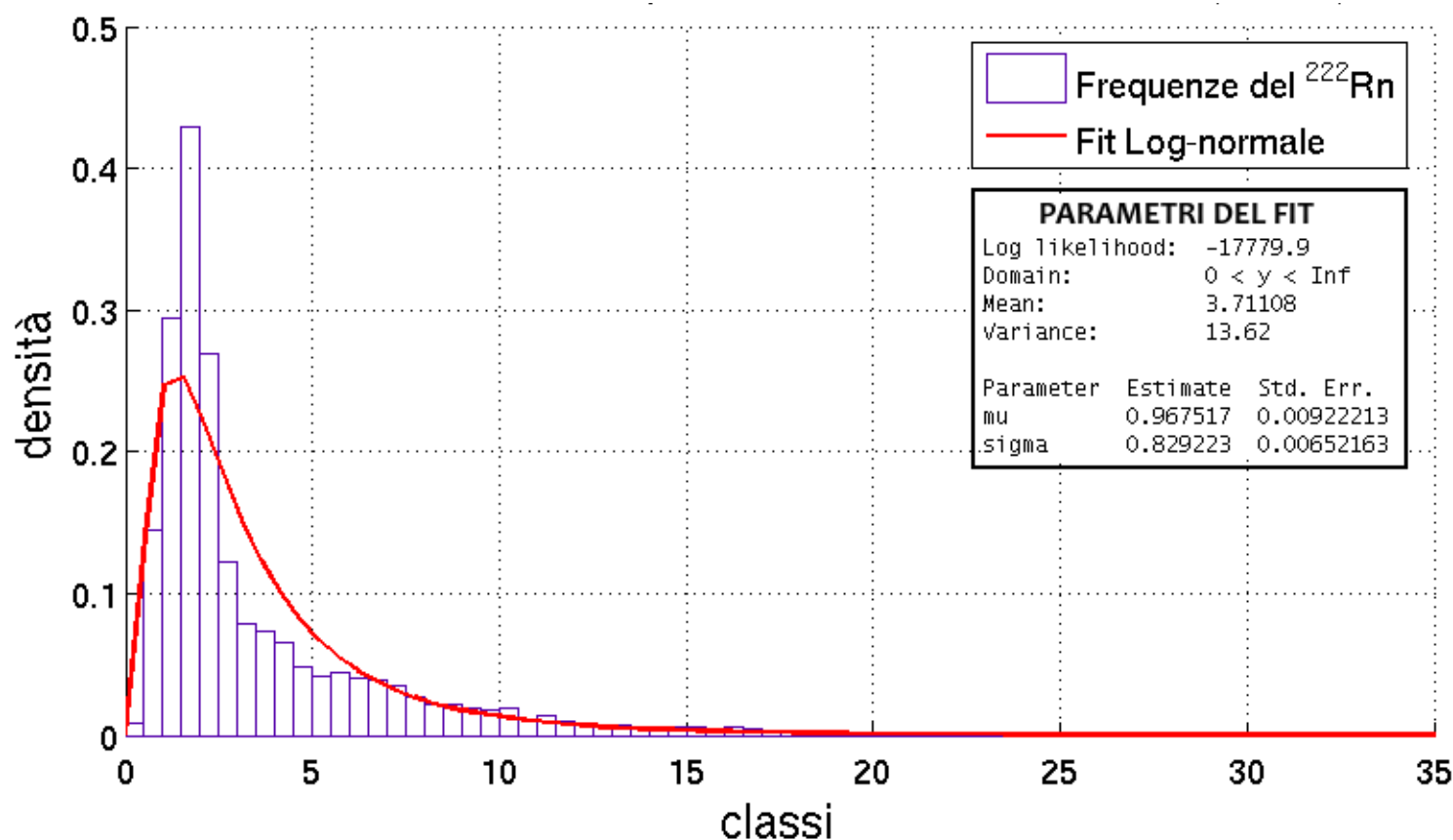
La serie di dati di ^{222}Rn per il 2004

- Concentrazione media: $(6 \pm 6) \text{ Bq/m}^3$ → In estate: $(2.0 \pm 0.9) \text{ Bq/m}^3$
- Gli elevati valori invernali dipendono dalle condizioni indoor che alterano la misura (effetto camino, effetto vento)



Distribuzione in frequenza dei dati di ^{222}Rn per il 2003

- Forte asimmetria nella distribuzione dei dati
- Fit dei dati alla distribuzione lognormale [moda = 1.79 Bq/m³]



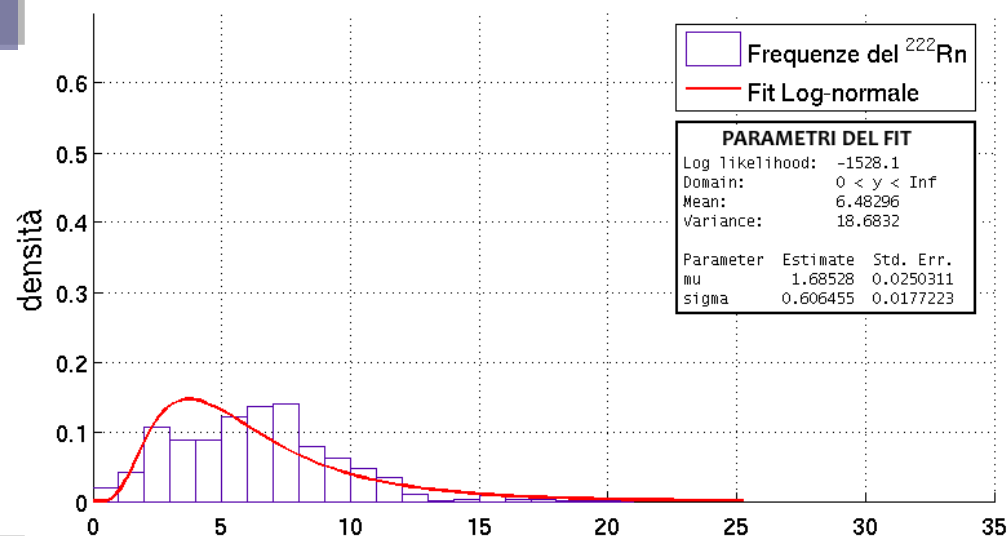
Istogramma di un mese invernale

- Dati distribuiti su un ampio intervallo
- La moda dovrebbe tendere a valori $< 2 \text{ Bq/m}^3$
- Gli istogrammi dei mesi invernali distorcono la distribuzione totale dei dati

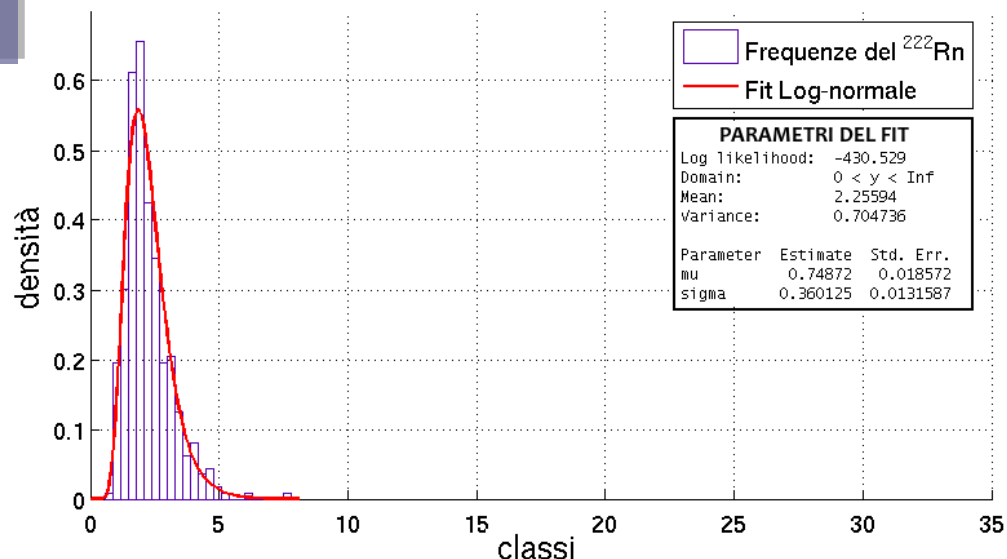
Istogramma di un mese estivo

- I dati sono distribuiti su un numero inferiore di bin
- La moda dei mesi estivi è $\approx 2 \text{ Bq/m}^3$ come riscontrato in altre campagne presso altri siti di misura

Distribuzione in frequenza dei dati di ^{222}Rn (Febbraio 2003)

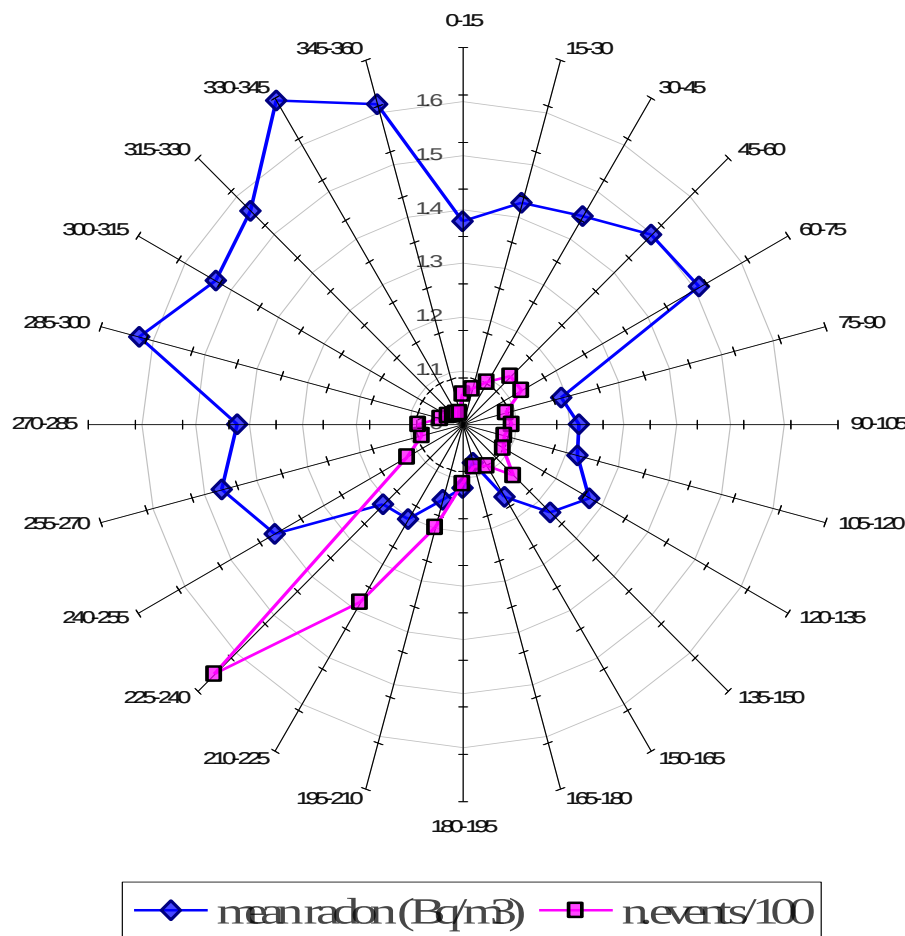


Distribuzione in frequenza dei dati di ^{222}Rn (Luglio 2004)



Radar-plot

In un'analisi condotta per luglio 2000 (Iris Daniel) sul radon a Mt. Cimone è visibile un “ventaglio” di concentrazioni elevate in direzione delle aree continentali.



^{222}Rn

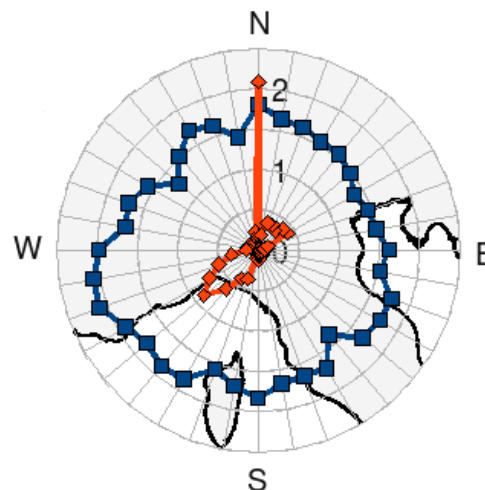
Nel 2003 (anno particolarmente caldo) poca variazione in base alle diverse direzioni.

2004 in parte simile al 2000 anche se resta di difficile interpretazione il massimo a SW.

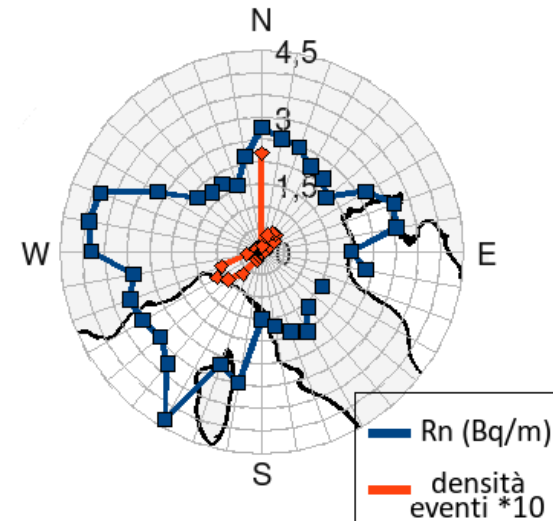
CO_2

La CO_2 ha un andamento spaziale sovrapponibile a quello del radon. Ciò valida il suo utilizzo come tracciante della CO_2 grazie alla sovrapponibilità delle sorgenti

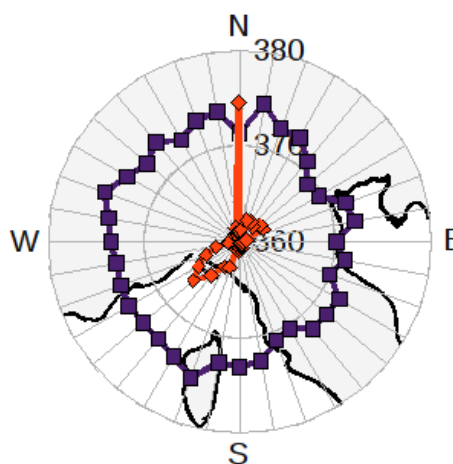
Estate 2003



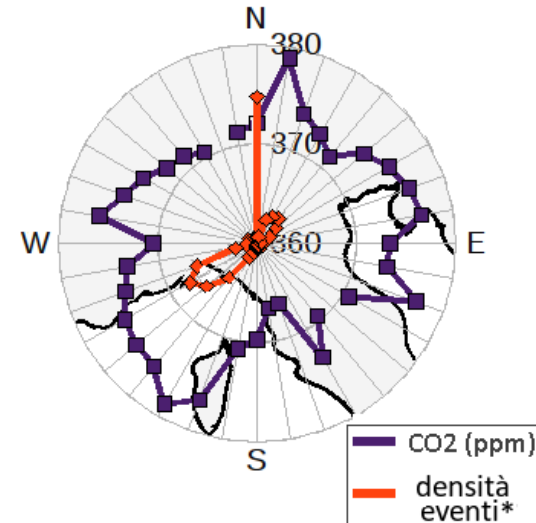
Estate 2004



Estate 2003



Estate 2004



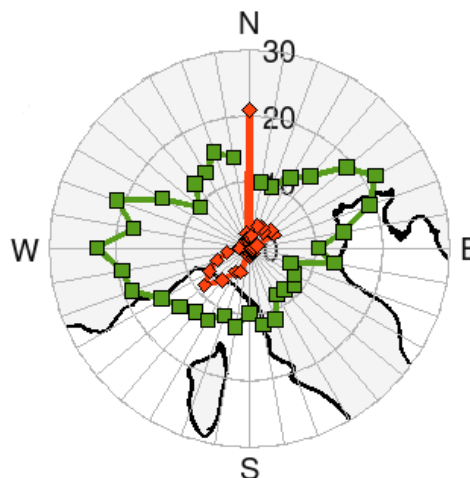
Vento Medio

- Si registrano più frequentemente venti da SW e N-NE.
- Le intensità variano a seconda dell'anno considerato ma i venti più intensi sono da SW e NE

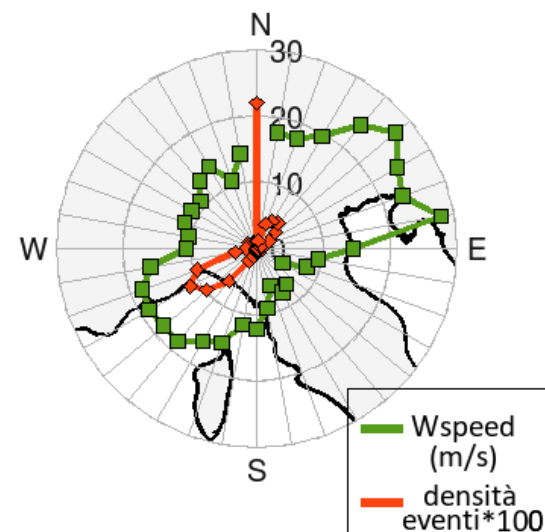
O₃

L'ozono presenta concentrazioni elevate in direzione SE e N per il 2003. Nel 2004 è invece visibile anche per questo gas l'anomalia in direzione SW

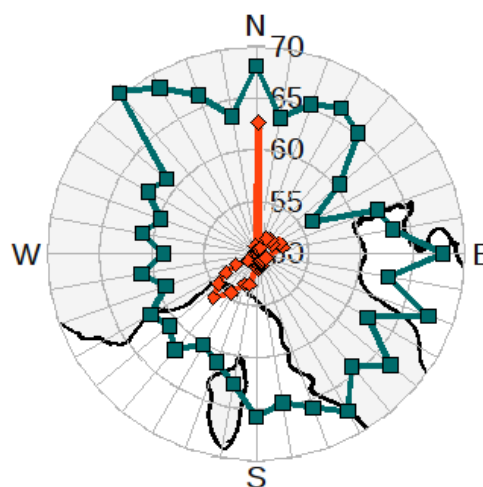
Estate 2003



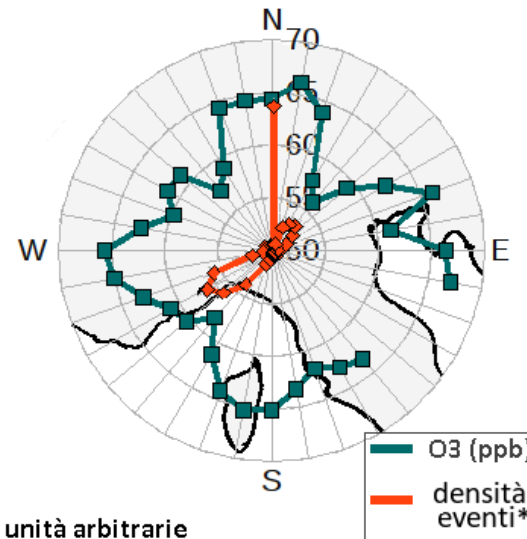
Estate 2004



Estate 2003



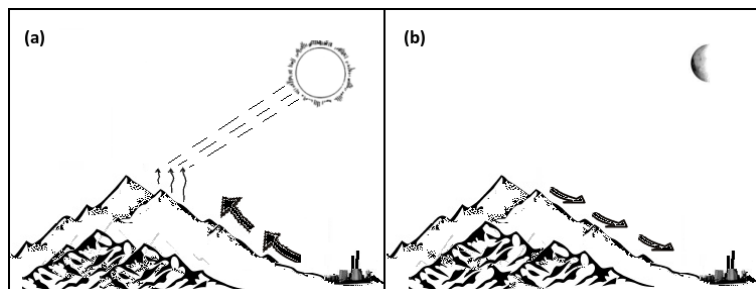
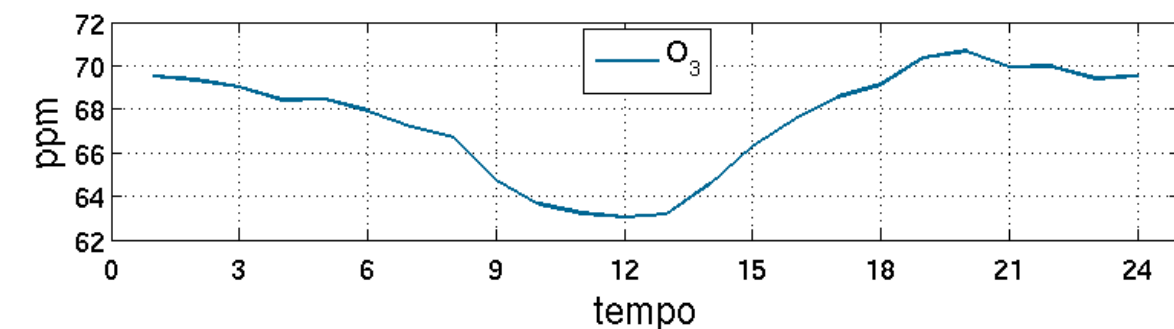
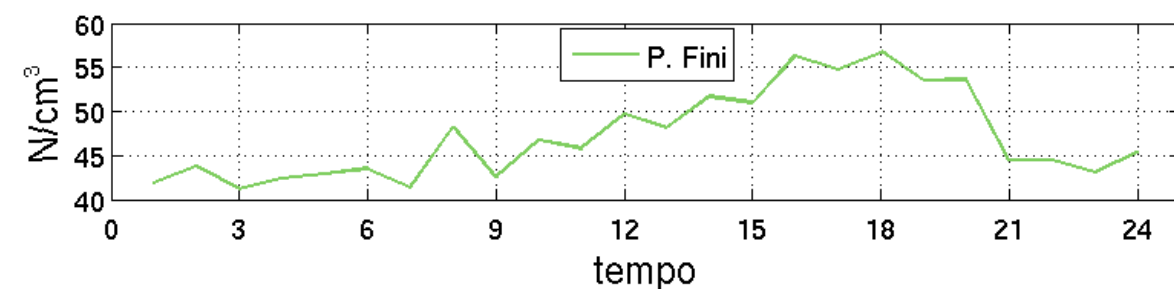
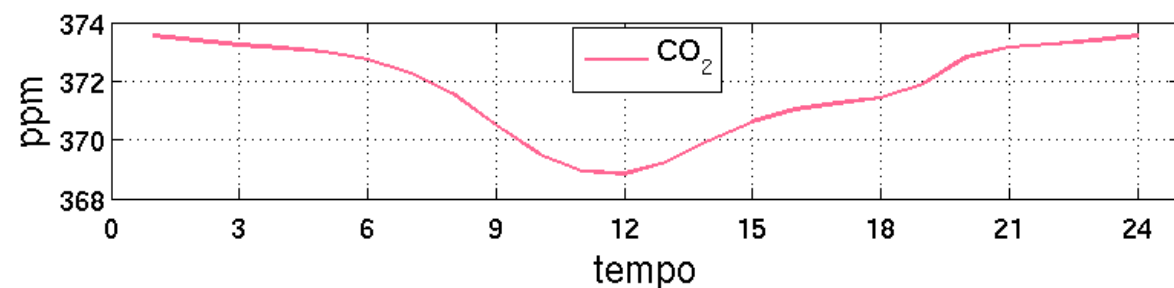
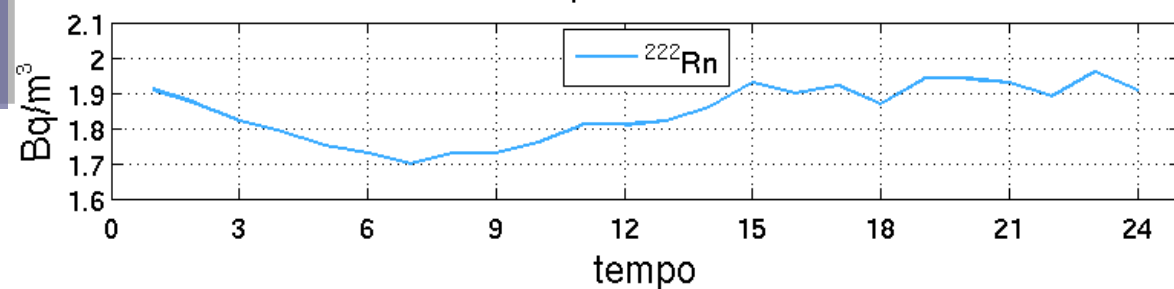
Estate 2004



*densità eventi in unità arbitrarie

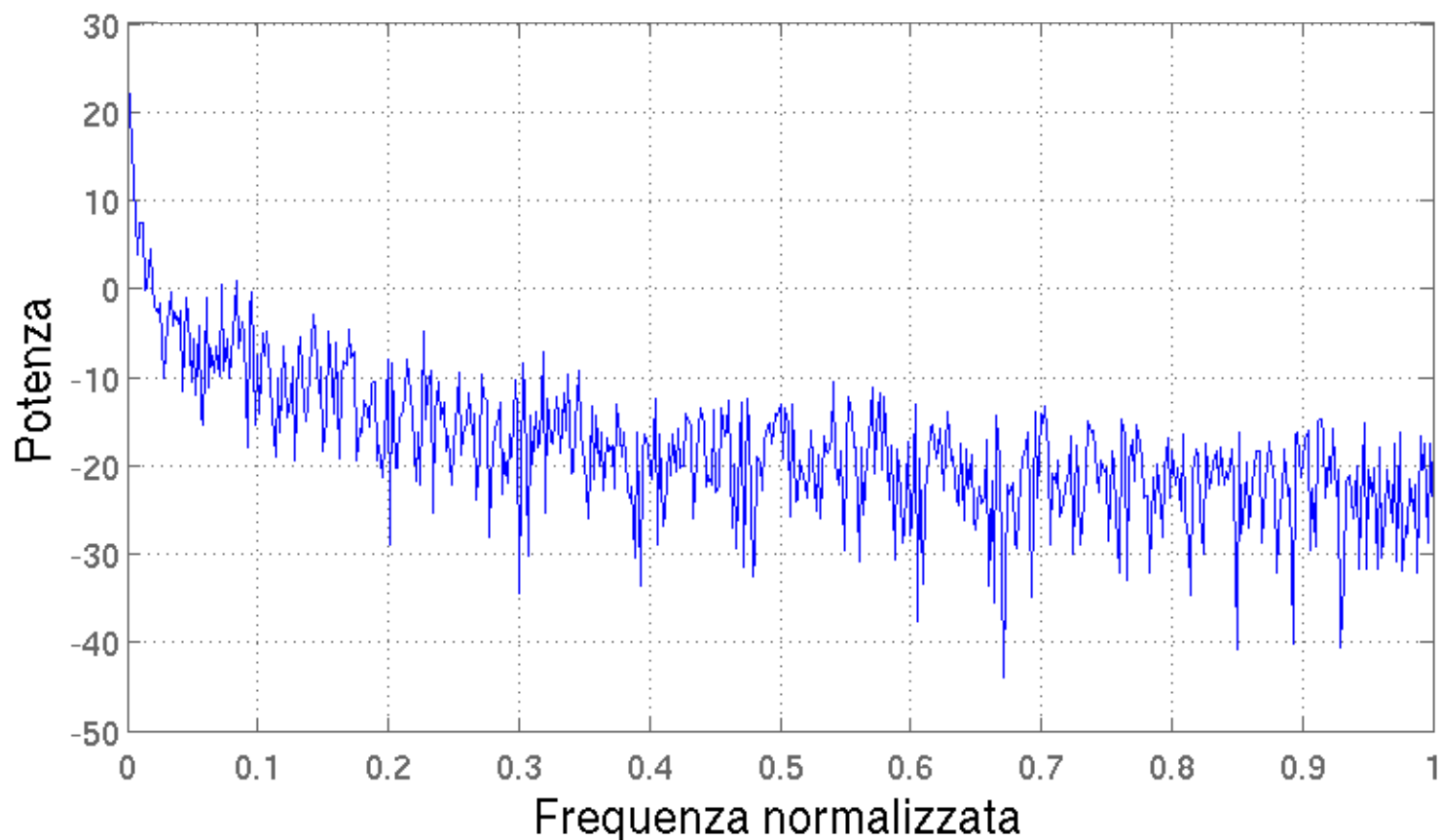
Giorno tipico Estate 2003

- Andamento delle concentrazioni governato dalla termoconvezione durante il dì (moti anabatici)
- I diversi andamenti seguono i meccanismi di formazione, rimozione e trasporto tipici di ogni specie chimica
- Prevalenza di moti catabatici durante la notte



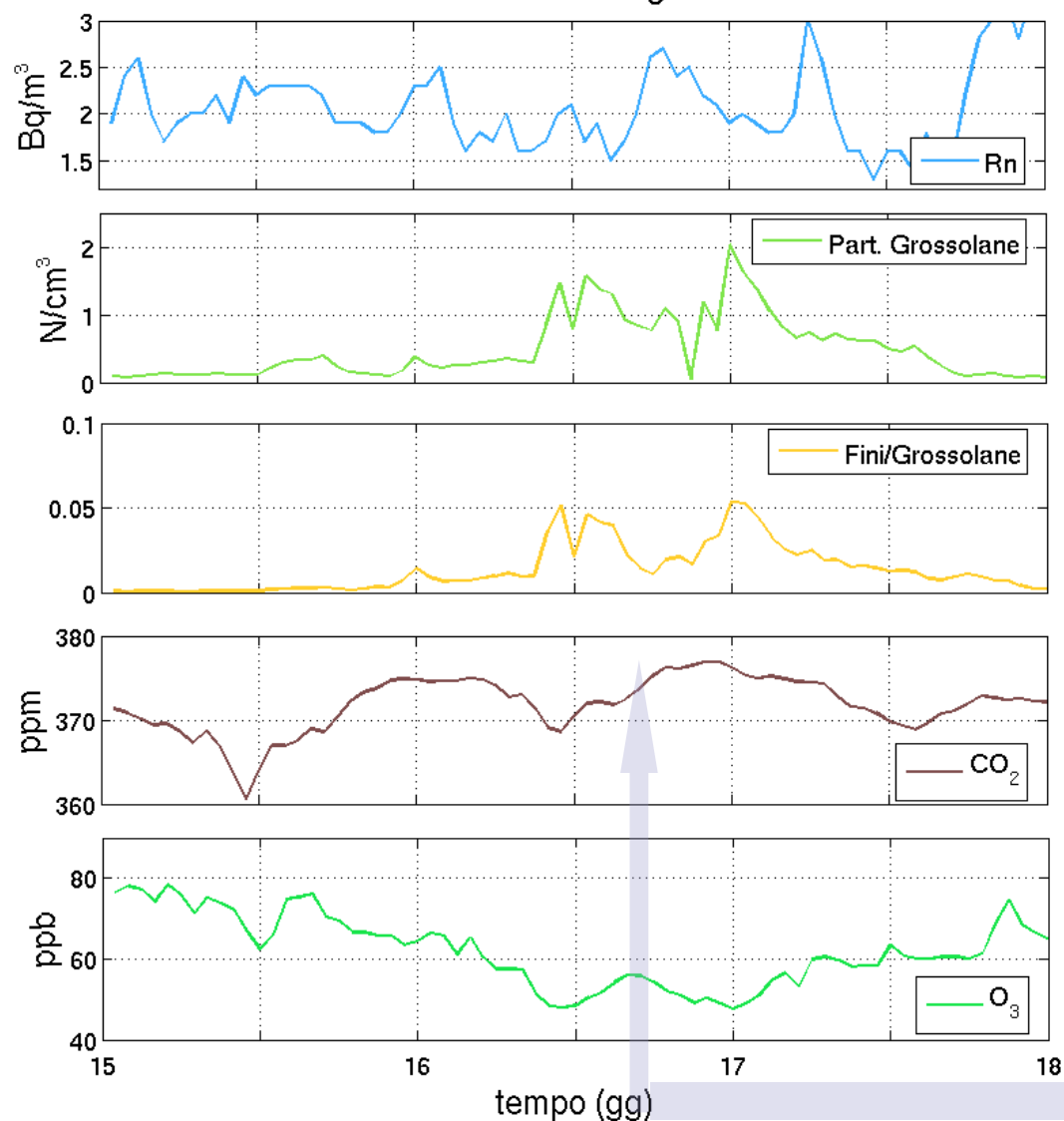
Periodogramma dei dati di ^{222}Rn per Luglio 2003

- Andamento decrescente della potenza all'aumentare della frequenza
- Le frequenze tipiche del ciclo diurno non hanno una potenza significativa rispetto alle altre: I moti a scala sinottica si sovrappongono al ciclo diurno

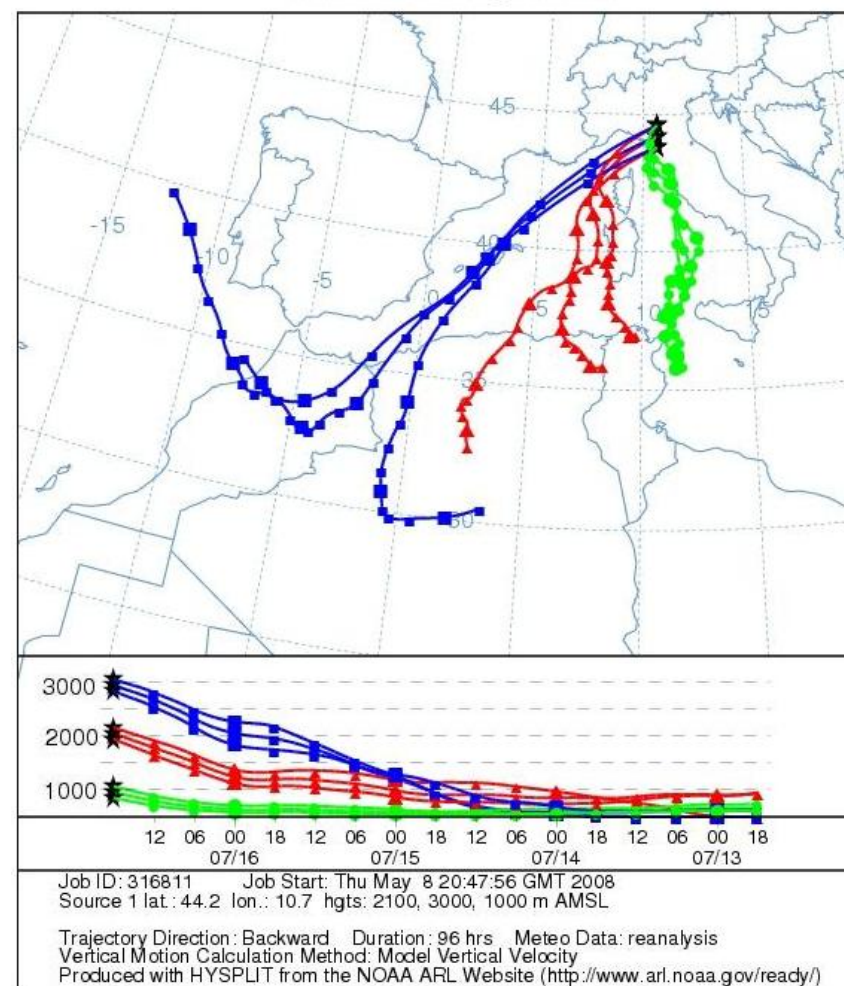


Episodi significativi

Saharan Dust del 16 Luglio 2003 (1/3)



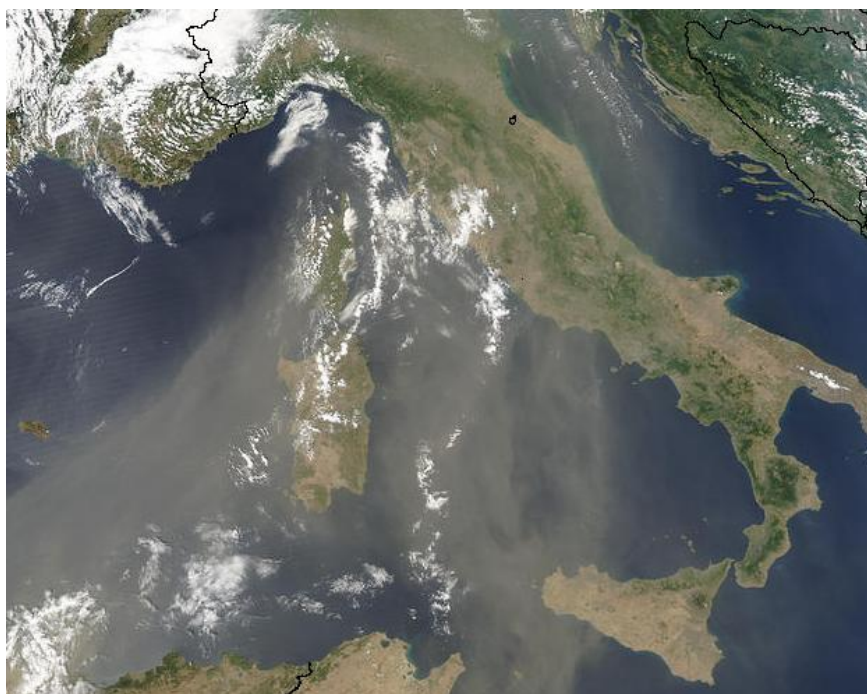
NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 18 UTC 16 Jul 03
CDC1 Meteorological Data



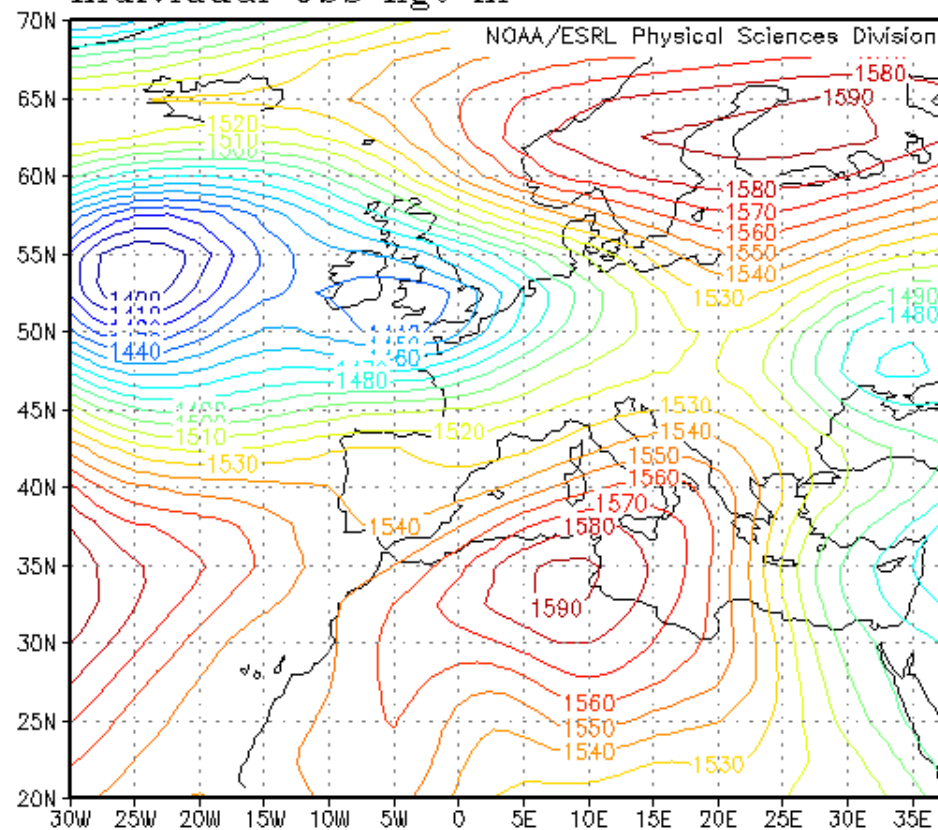
Episodi significativi

Saharan Dust del 16 Luglio 2003 (2/3)

- Eventi abbastanza frequenti a Mt. Cimone
- Notevole incremento delle Particelle Grossolane



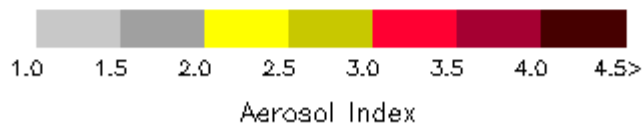
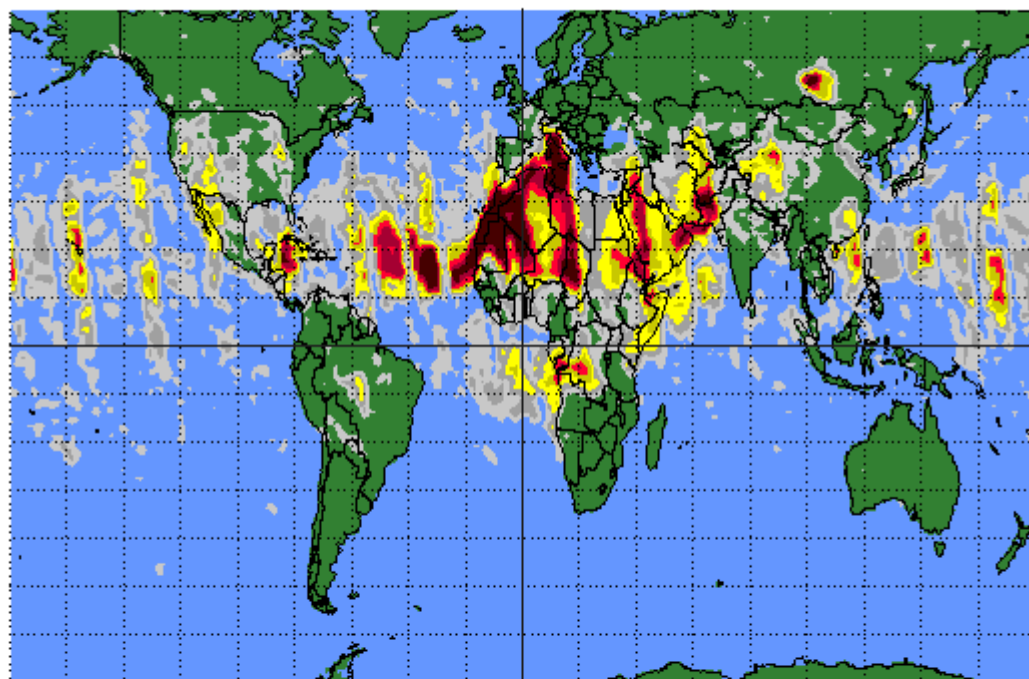
lev: 850.00
t: averaged over Jul 16 2003 06 Z to Jul 17 2003 06 Z
Individual Obs hgt m



MAX=1598
MIN=1391.2

Saharan Dust del 16 Luglio 2003 (3/3)

Earth Probe TOMS Version 8 Aerosol Index
on July 16, 2003



Goddard Space
Flight Center

**Evidenza della Saharan dust del
16 luglio anche a partire dal:**

TOMS AEROSOL INDEX

**Misura della variazione della
radiazione UV di backscattering
prodotta dalla presenza di
aerosol in sospensione nella
colonna d'aria rispetto all'aria
priva di particelle**

- I valori invernali più elevati di quelli estivi suggeriscono influenze dell'ambiente *indoor* sulla misura del radon
- L'istogramma dei dati estivi trova un buon adattamento alla distribuzione lognormale con parametri statistici simili a quelli riscontrati in misure fatte d'aerei o presso altri siti d'alta quota
- Dall'analisi del periodogramma emerge la presenza di una sovrapposizione di moti a diverse scale che impedisce di individuare una frequenza di picco
- L'analisi di alcuni episodi peculiari ha mostrato una buona correlazione tra radon e CO₂ in situazioni di trasporto di masse d'aria di natura continentale

SLIDES AGGIUNTIVE

Attività specifica

• Attività: N° di nuclei di una sostanza radioattiva che si disintegrano nell'unità di tempo:

$$A = N \cdot \lambda$$

Dove λ è la costante di decadimento :

$$A = A_0 \cdot \exp(-\lambda t)$$

Principio di Funzionamento

- Strumento basato su rilevatori a scintillazione ZnS(Ag) sensibili alle radiazioni α
- Opera in continuo: l'aria è continuamente pompata in una camera di rilevazione
- Viene prodotto un dato orario basato su un conteggio statistico dei decadimenti del radon e della sua progenie

Tempo di risposta



- I conteggi non dipendono linearmente dalla concentrazione del ^{222}Rn ----> contributo del decadimento α della progenie
- Il tempo di risposta è principalmente limitato dal tempo di dimezzamento τ di alcuni prodotti di decadimento del ^{222}Rn :
 - ^{214}Pb ($\tau = 26.8$ min)
 - ^{214}Bi ($\tau = 19.9$ min)

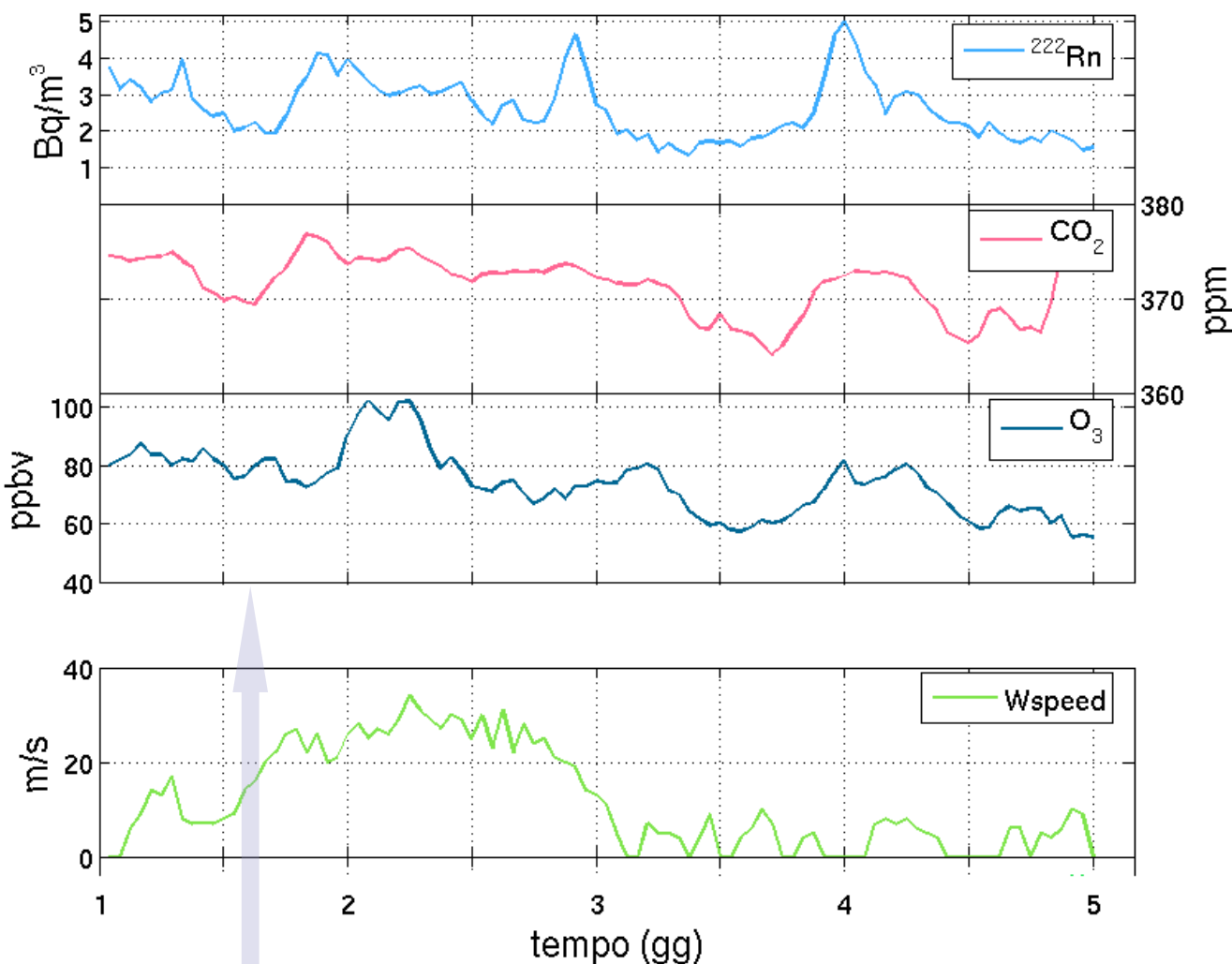
E' ragionevole una frequenza d'acquisizione oraria

Catena di Rilevazione

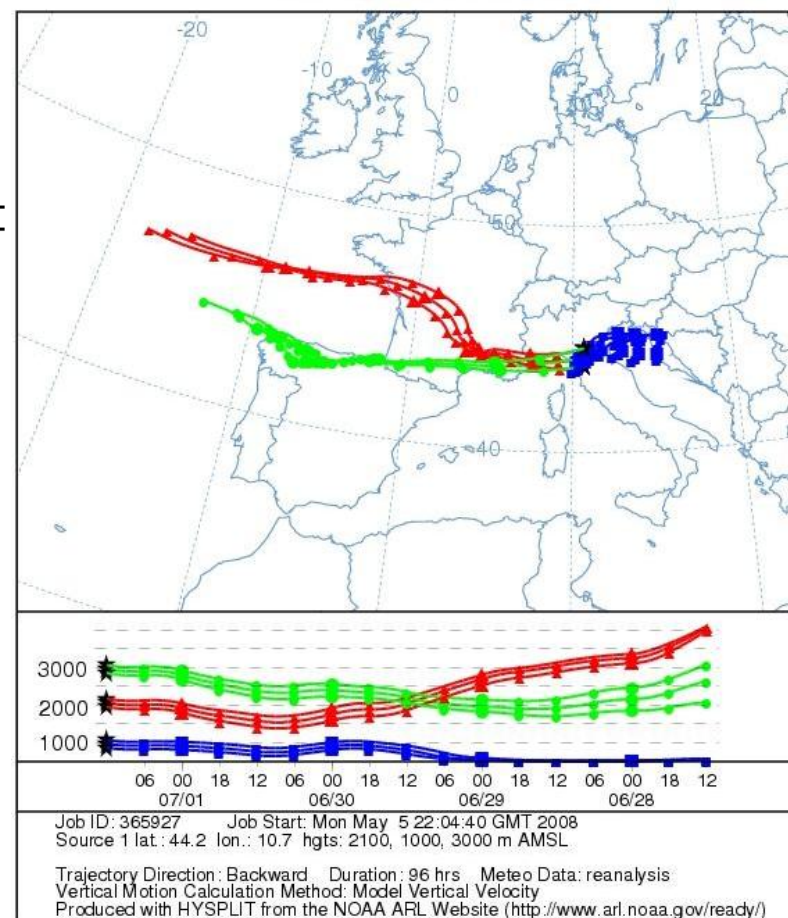
- Stazione di pompaggio
- Sistema di filtrazione e disidratazione
- Camera di misura
- Acquisizione dati di concentrazione tramite PC

Episodi significativi

Trasporto di aria continentale nel Luglio 2004

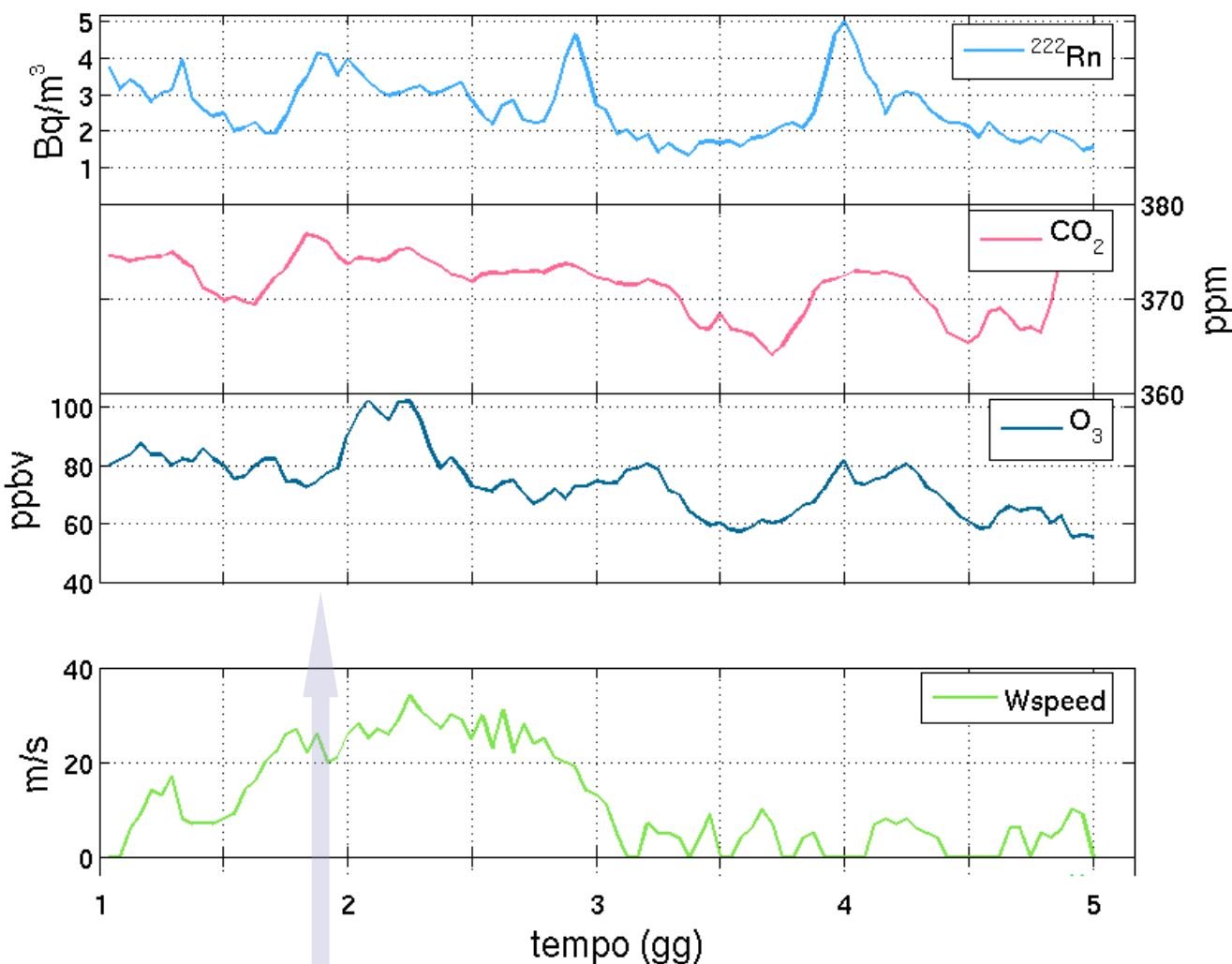


NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 12 UTC 01 Jul 04
CDC1 Meteorological Data

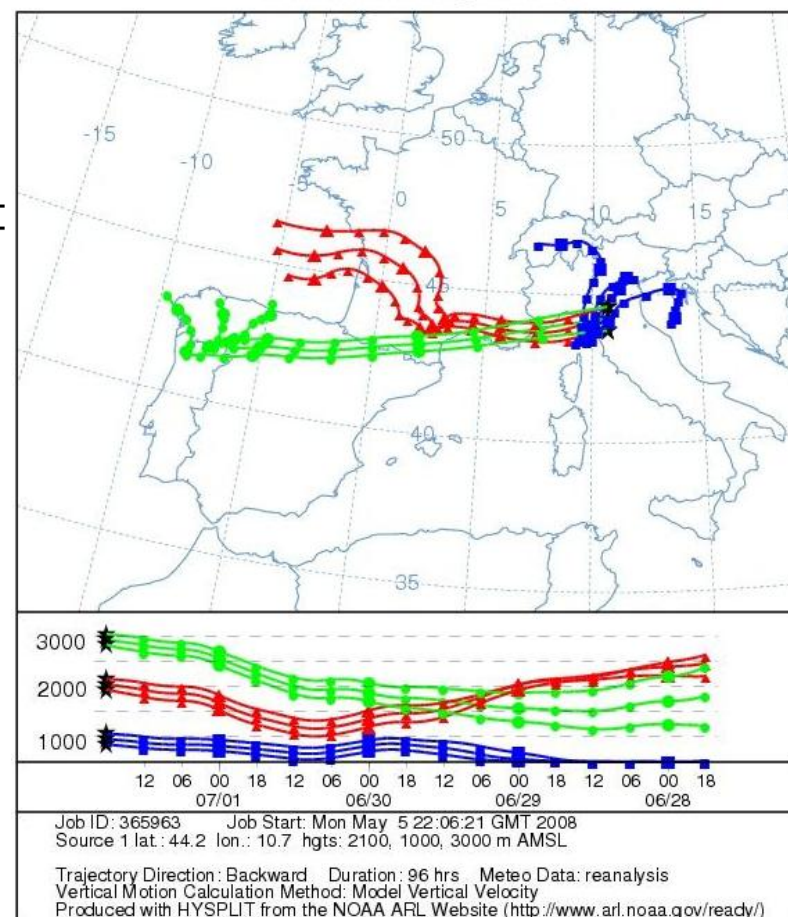


Episodi significativi

Trasporto di aria continentale nel Luglio 2004 (2/4)

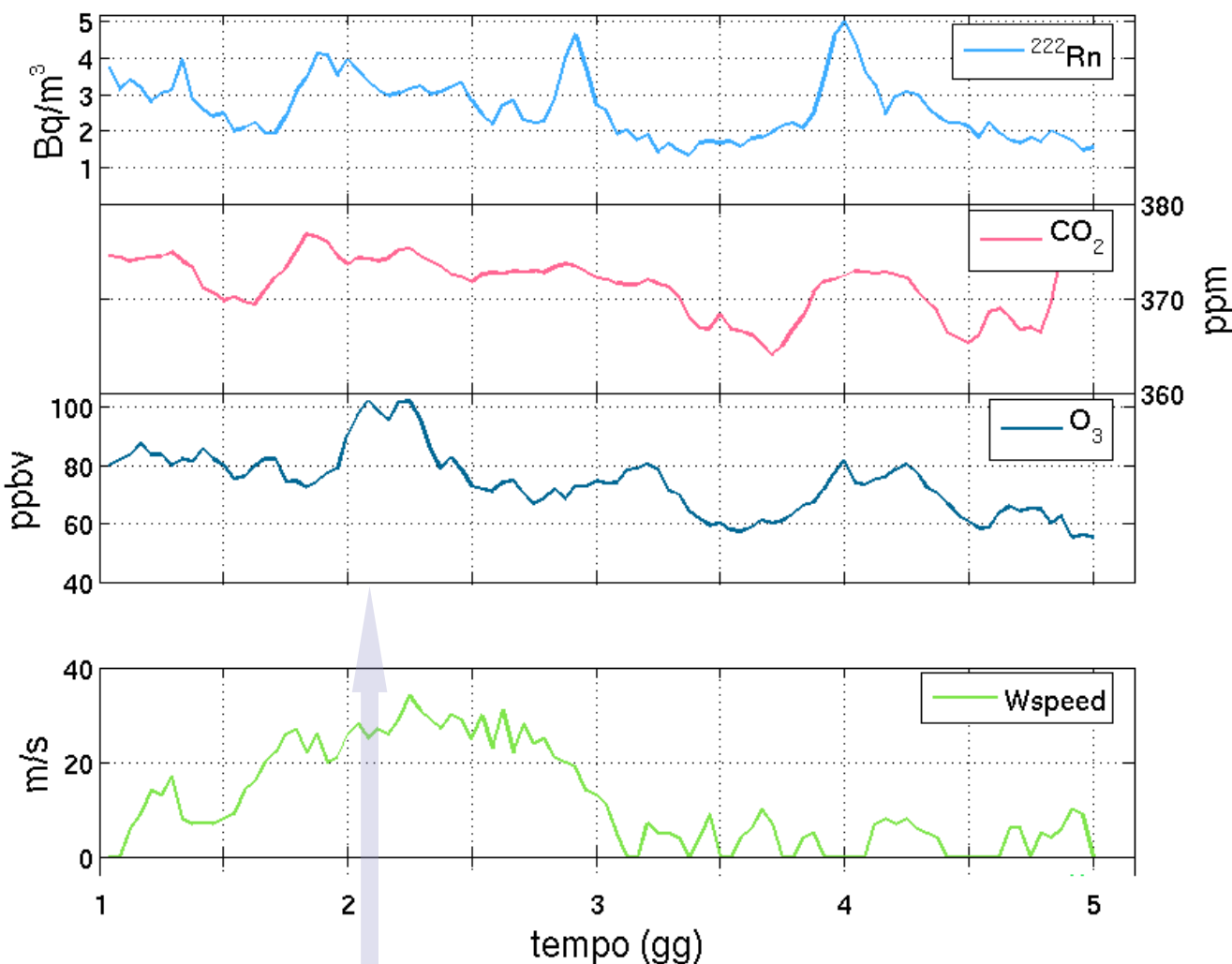


NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 18 UTC 01 Jul 04
CDC1 Meteorological Data

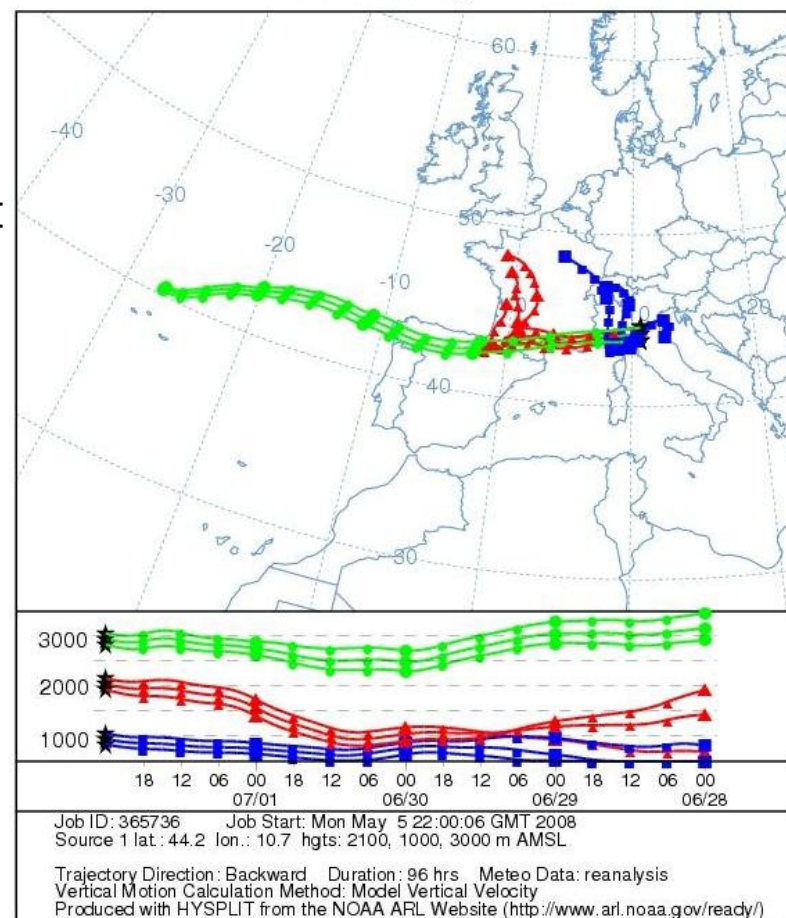


Episodi significativi

Trasporto di aria continentale nel Luglio 2004 (3/4)

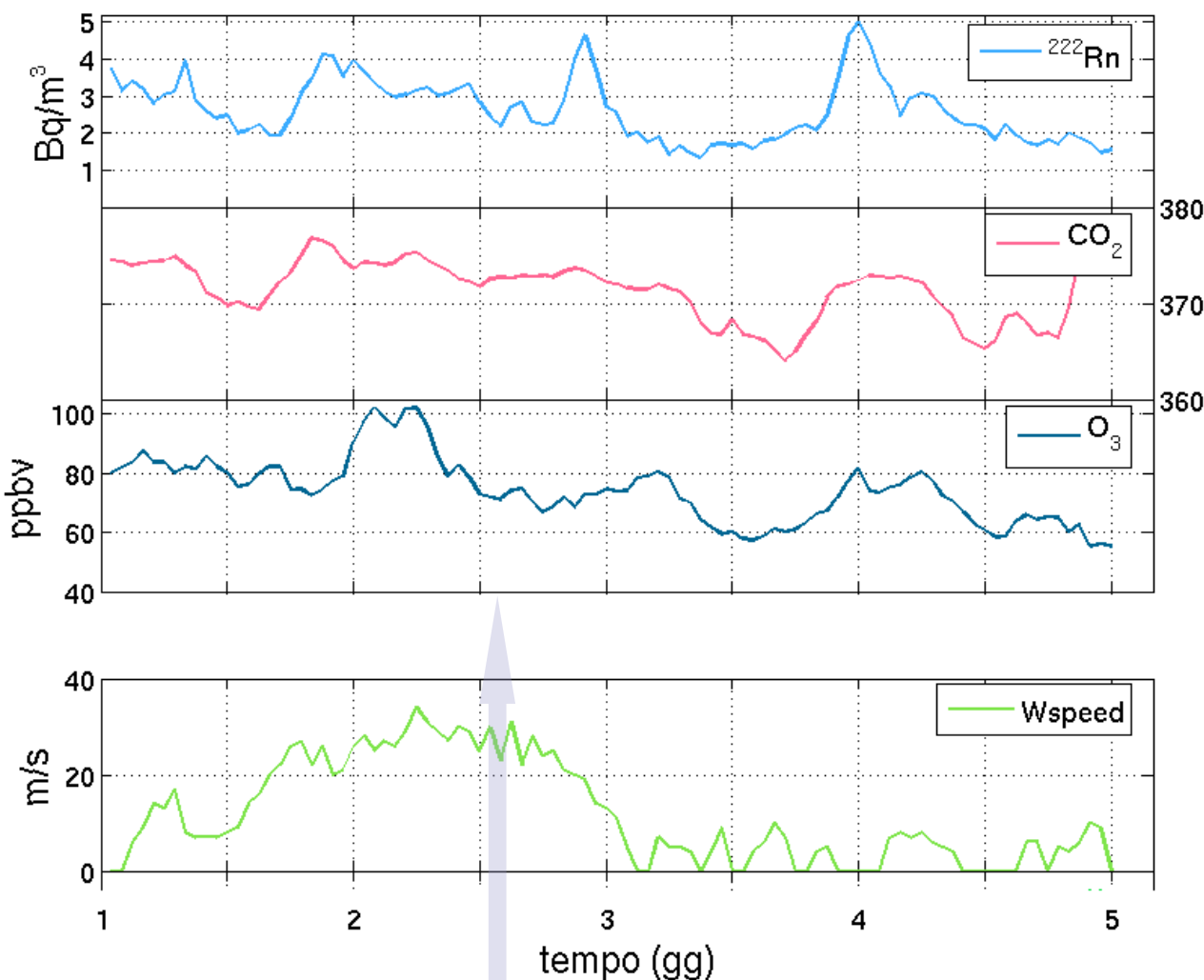


NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 00 UTC 02 Jul 04
CDC1 Meteorological Data



Episodi significativi

Trasporto di aria continentale nel Luglio 2004 (4/4)



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 12 UTC 02 Jul 04
CDC1 Meteorological Data

