

Caratterizzazione dello strato limite atmosferico mediante radiosondaggi dal sito di Casale Calore, L'Aquila



Ilaria Gandolfi^{1,2}, Gabriele Curci^{1,2}, Giovanni Pitari¹, Vincenzo Rizi^{1,2}
(ilaria.gandolfi@aquila.infn.it)



1 Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università degli Studi dell'Aquila
2 Centro di Eccellenza CETEMPS, Università degli Studi dell'Aquila.

Obiettivi

- ✓ Studiare la stabilità atmosferica notturna del sito dell'Aquila attraverso profili verticali di temperatura ottenuti da radio sondaggi.
- ✓ Calcolare l'altezza del *PBL*.
- ✓ Studiare il comportamento degli inquinanti nei diversi casi di stabilità atmosferica, caso studio: tracciante passivo come il gas Radon (Rn^{222}).
- ✓ Studiare in che modo il trasporto da siti remoti impatta le concentrazioni diurne di gas Radon a L'Aquila.

Conclusioni

- Attraverso l'analisi dei dati è stato possibile stimare l'altezza del *boundary layer* che è un indicatore del volume entro il quale gli inquinanti possono diffondere.
- Analizzate le concentrazioni di radon ed il suo comportamento durante le notti stabili è possibile porre le basi per futuri studi, che potranno coinvolgere inquinanti dal comportamento più complesso.
- Analizzare l'influenza del trasporto sugli inquinanti è importante anche nella pianificazione di scenari e strategie di mitigazione.

Sito di Campionamento e analisi preliminare

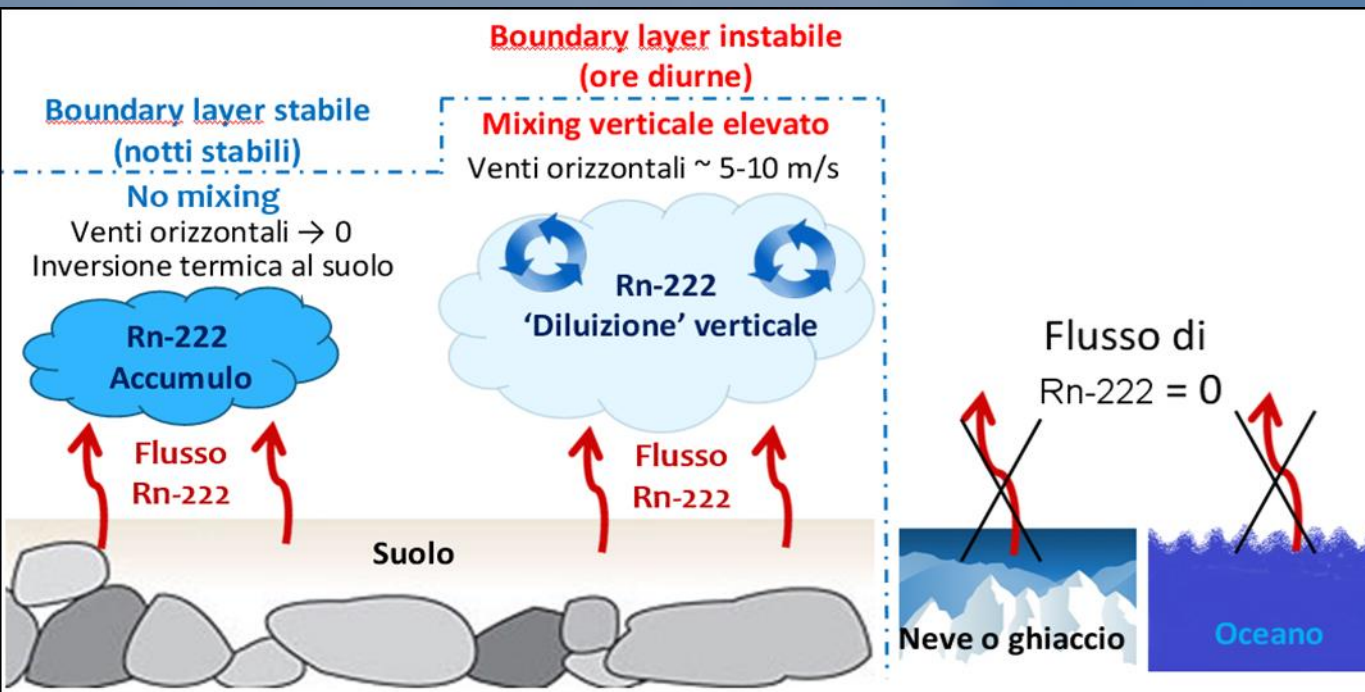
- Sono stati presi in considerazione 366 lanci tra ozono-sonde (221) e radiosonde (145) effettuati presso il sito di Casale Calore (L'Aquila) dal 1994 fino ad oggi. Il sito si trova a 683 m di altitudine s.l.m., a 43° 35' N e 13° 33' E, i dati ottenuti dalle sonde vengono elaborati e pubblicati presso l'Università degli Studi dell'Aquila.



- Le sonde attualmente utilizzate sono sonde Vaisala RS92-SG. Dal 1994 (anno in cui si è cominciata l'attività di radiosondaggio a L'Aquila) si sono utilizzate tre tipologie di sonde: la RS80, la RS92 e la RS41-sg attualmente in dotazione.

- Il radon (Rn^{222}) è un gas radioattivo naturale emesso in atmosfera dal suolo. In atmosfera il radon è chimicamente inerte, non reagisce con nessuna specie, non è attaccato dagli aerosols e non è soggetto a deposizione secca o umida.

- L'analisi proposta è stata effettuata prendendo in considerazione i dati delle concentrazioni di Radon ottenuti da Gennaio a Luglio 2004, da Giugno a Dicembre 2005, Marzo 2009 e pochi giorni di maggio 2015; le misure sono state effettuate presso il laboratorio di Geofisica dell'Università degli Studi di L'Aquila attraverso un analizzatore di Radon a scintillazione che usa la tecnica della cella di Lucas.



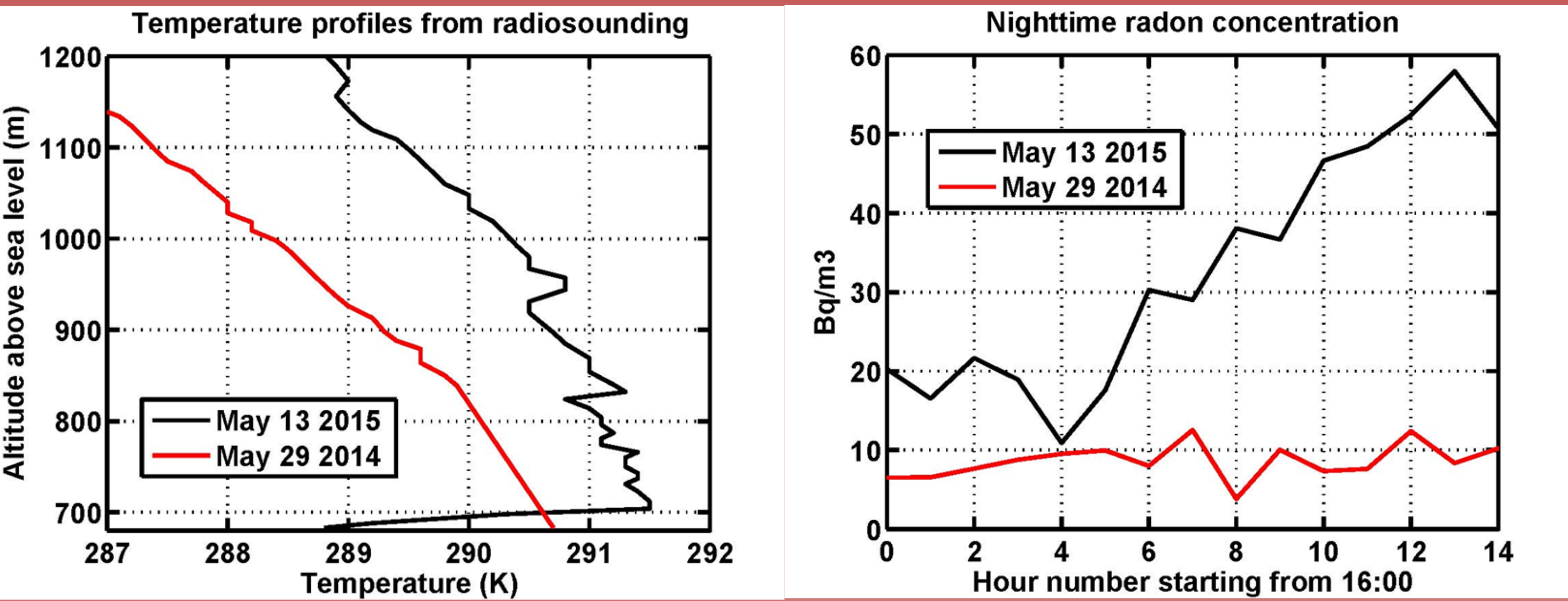
Risultati

- Analisi dei profili verticali notturni con il caso studio delle concentrazioni di Radon.
- Sono stati analizzati tutti i profili verticali notturni per calcolare l'altezza dello strato di inversione ed individuare le notti stabili.
- Analisi delle concentrazioni di radon e delle traiettorie per analizzare il trasporto di radon da siti remoti all'interno del *PBL* aquilano.

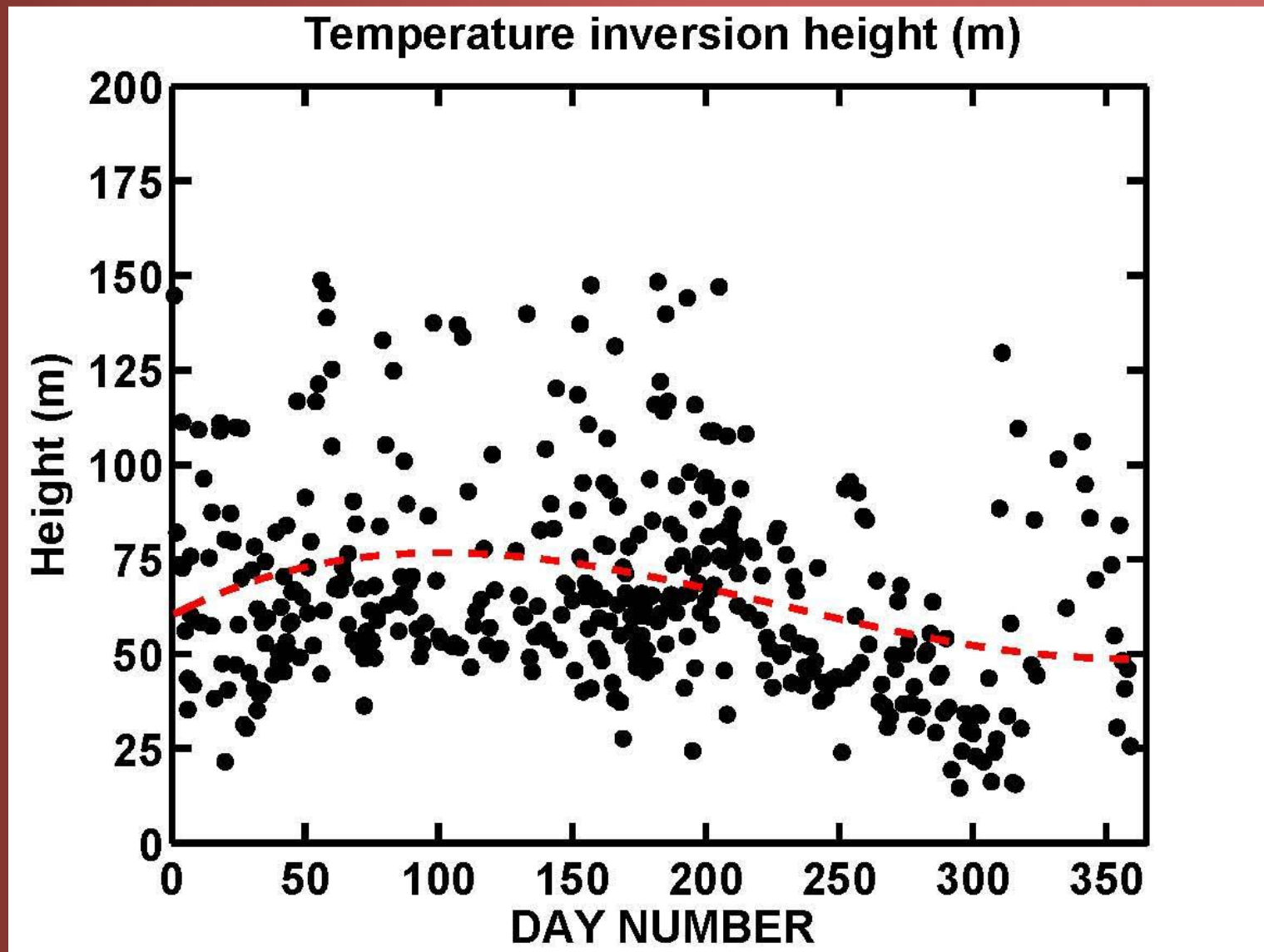
JD	Year	h_inv	Rn_day	Rn_night	ΔRn	ΔT (Night-day)	dT/dz
68	2004	53,63	0,18	0,44	0,25	-4,4	0,02
92	2004	56,6	0,16	0,45	0,3	-4,5	0,013
106	2004	52,71	0,25	0,73	0,48	-8,2	0,01
112	2004	46,48	0,18	0,77	0,58	-11,7	0,023
113	2004	57,45	0,19	0,63	0,45	-11,1	0,003
117	2004	77,72	0,17	0,52	0,35	-5	0,007
124	2004	NaN	0,19	0,28	0,09	-6,3	-0,018
134	2004	49,08	0,16	0,68	0,52	-6,7	0,022
138	2004	53	0,16	0,46	0,3	-7,3	0,02
141	2004	53,84	0,25	0,83	0,58	-9,2	0,036
145	2004	51,16	0,15	0,82	0,66	-12	0,018
152	2004	118,48	0,14	NaN	NaN	-9,1	0,001
155	2004	68,77	0,2	0,41	0,21	-4,1	0,023
162	2004	95,13	0,17	0,94	0,77	-14,5	0,005
173	2004	51,56	0,12	0,54	0,42	-11,8	0,027
176	2004	54,81	0,2	0,92	0,72	-12,1	0,012
188	2004	73,62	0,18	1,16	0,97	-15,4	0,02
171	2005	78,35	0,15	0,68	0,53	-11,1	0,006
180	2005	62	0,1	0,58	0,48	-12,2	0,019
213	2005	93,61	0,11	1	0,88	-14,2	0,006

1. In Tabella: giorni coincidenti tra presenza del dato di radon e profilo verticale di temperatura. Le altezze dello strato di inversione termica. La media delle concentrazioni di radon mediate tra le ore 16:00 e 18:00 (Rn_{day}) e la media delle concentrazioni di radon mediate tra le ore 04:00 e 06:00 (Rn_{night}). La differenza tra concentrazione massima e minima di radon. La differenza tra temperatura massima e minima ed infine il gradiente termico.

- 2. I profili verticali notturni di temperatura sono stati messi in correlazione con le concentrazioni di Radon. In figura un esempio di profilo verticale instabile e stabile con le corrispettive concentrazioni di radon.

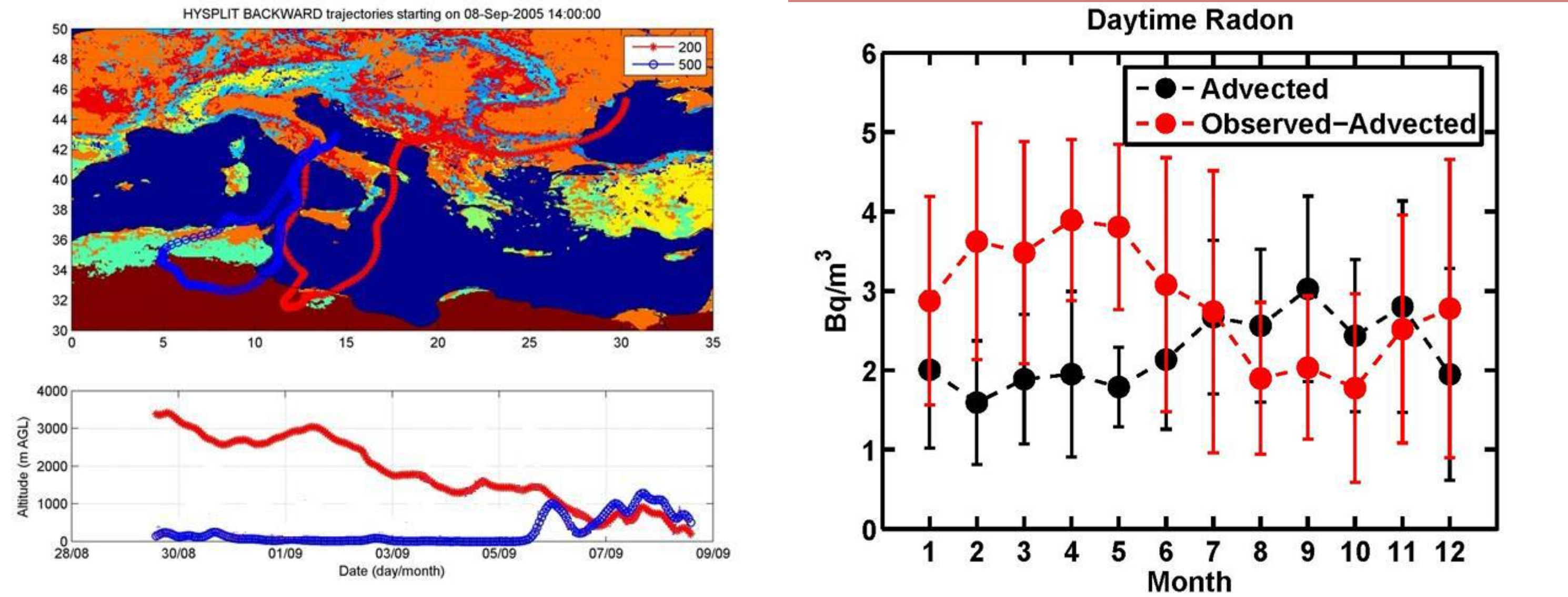


- 3. Per ampliare il set di dati sono state calcolate le altezze dello strato di inversione tramite le concentrazioni di ozono (O_3) prese in continuo dal 2004 sempre presso il Laboratorio di geofisica dell'Università dell'Aquila.



$$L_{dd} = -\frac{v_{dd}}{H_{inv}}$$
$$\frac{d\chi}{dt} = (P - L\chi) - L_{dd}\chi$$
$$\int_{\chi_0}^{\chi_t} \frac{d\chi}{\chi} = \int_{t_0}^{t_{end}} -L_{dd} dt$$
$$\log \frac{\chi_t}{\chi_0} = \frac{v_{dd} \Delta t}{H_{inv}}$$
$$H_{inv} = \frac{v_{dd} \Delta t}{\log \frac{\chi_t}{\chi_0}}$$

- 4. Backtrajectories a 200 e 500 m delle masse d'aria transitate nei 10 giorni precedenti e in arrivo alle 13 a L'Aquila. Dalla letteratura il flusso medio di Radon è di $15 \text{ Bq/m}^2 \cdot h$. Si è tenuto conto del tempo di decadimento, del momento del giorno (transito notturno o diurno).



- 5. Il massimo del trasporto da siti remoti si verifica nei mesi estivi e all'inizio dell'Autunno. Durante l'estate, quello che viene trasportato è rapidamente rimescolato dagli intensi moti verticali.

$$\frac{d[Rn(t)]}{dt} = \left(\frac{\delta[Rn(t)]}{\delta t} \right)_{mixing} - \left(\frac{\delta[Rn(t)]}{\delta t} \right)_{decay}$$

Dove $\left(\frac{\delta[Rn(t)]}{\delta t} \right)_{decay} \longrightarrow -\frac{[Rn(t)]}{\tau_{dec}}$ $\tau_{dec} = 5,57$ giorni

$$\left(\frac{\delta[Rn(t)]}{\delta t} \right)_{mixing} = \frac{[Rn(t,z)] - [Rn(t,z=0)]}{\tau_{mix}}$$

$\tau_{mix} = 3-5$ ore

$\tau_{mix} = f(z_{pbl})$

$[Rn(t, z = 0)] = f(\text{land type}) \longrightarrow$ 0 sugli oceani
1 sul continente
4 sul deserto

Referenze

- DE LUCA, N. *Ozono e aerosol atmosferici. Analisi di misure in-siti e studi modellistici di sensibilità chimico-climatica*, Aracne, 2013.
 - PERRINO, C., et al., *An atmospheric stability index based on radon progeny measurements for the evaluation of primary urban pollution*, Atmos. Environ., 35, 5235-5244, 2001.
 - PITARI G. et al: *Observations and box-model analysis of Radon-222 in the atmospheric surface layer at L'Aquila, Italy: March 2009 case study*. Environ. Earth Sci., 71, 2353-2359, doi:10.1007/s12665-013-2635-1, 2014.
 - ZAHOROWSKI, S.D., CHAMBERS, A., *Henderson-Sellers, Ground based radon-222 observation and their application to atmospheric studies*, J. Environ. Radact. 76:3-33, 2004.
- Si Ringrazia l'Osservatorio Atmosferico del Cetemps per i dati dei radiosondaggi.