



SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

101° CONGRESSO NAZIONALE

ROMA, 21-25 SETTEMBRE 2015



MISURE DI GAS RADON PRESSO IL SITO ETNEO DELLE "SALINELLE" DI PATERNÒ

CATALANO R. ⁽¹⁾⁽²⁾, IMMÉ G. ⁽¹⁾⁽²⁾, MANGANO G. ⁽¹⁾, MORELLI D. ⁽¹⁾⁽²⁾,
DI MAURO P. ⁽²⁾⁽³⁾, ICHEDEF M. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ *Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Fisica e Astronomia*

⁽²⁾ *INFN - Sezione di Catania*

⁽³⁾ *Liceo Scientifico Statale "E. Fermi", Paternò (Catania)*

⁽⁴⁾ *Ege University, Institute of Nuclear Sciences, Izmir (Turchia)*



ROMA, 24 SETTEMBRE 2015



SOMMARIO

- Le Salinelle di Paternò (principali caratteristiche geologiche e chimiche, interesse scientifico, possibili correlazioni con l'attività dell'Etna)
- Misure preliminari per studio di fattibilità per la caratterizzazione radiometrica delle Salinelle dello Stadio
 - misure di radon e thoron in soil e in superficie mediante rivelatori attivi e passivi
 - misure di concentrazione di radon in acqua
 - misure di spettrometria γ
- Considerazioni conclusive

SOMMARIO

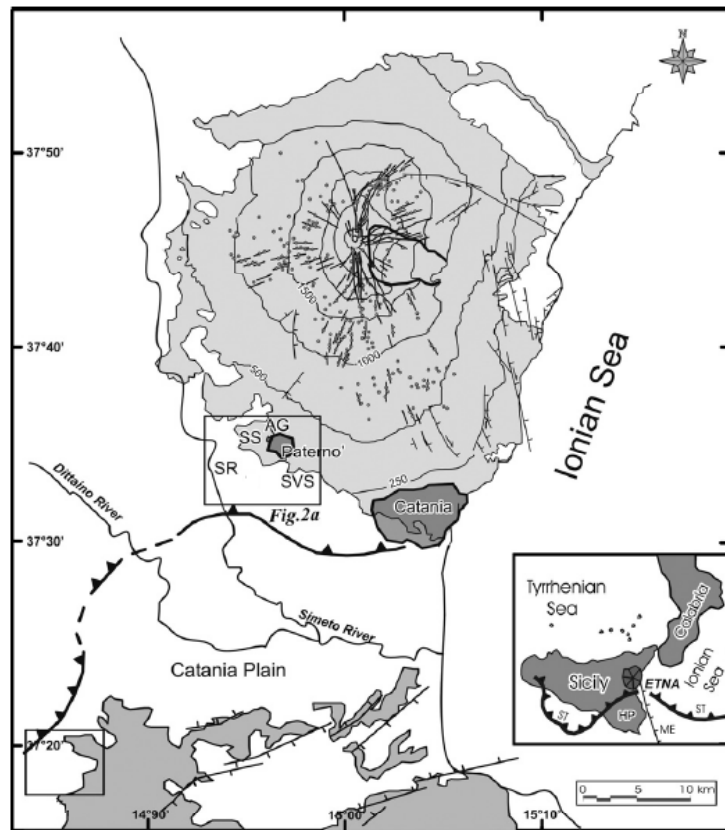
- Le Salinelle di Paternò (principali caratteristiche geologiche e chimiche, interesse scientifico, possibili correlazioni con l'attività dell'Etna)
- Misure preliminari per studio di fattibilità per la caratterizzazione radiometrica delle Salinelle dello Stadio
 - misure di radon e thoron in soil e in superficie mediante rivelatori attivi e passivi
 - misure di concentrazione di radon in acqua
 - misure di spettrometria γ
- Considerazioni conclusive

SOMMARIO

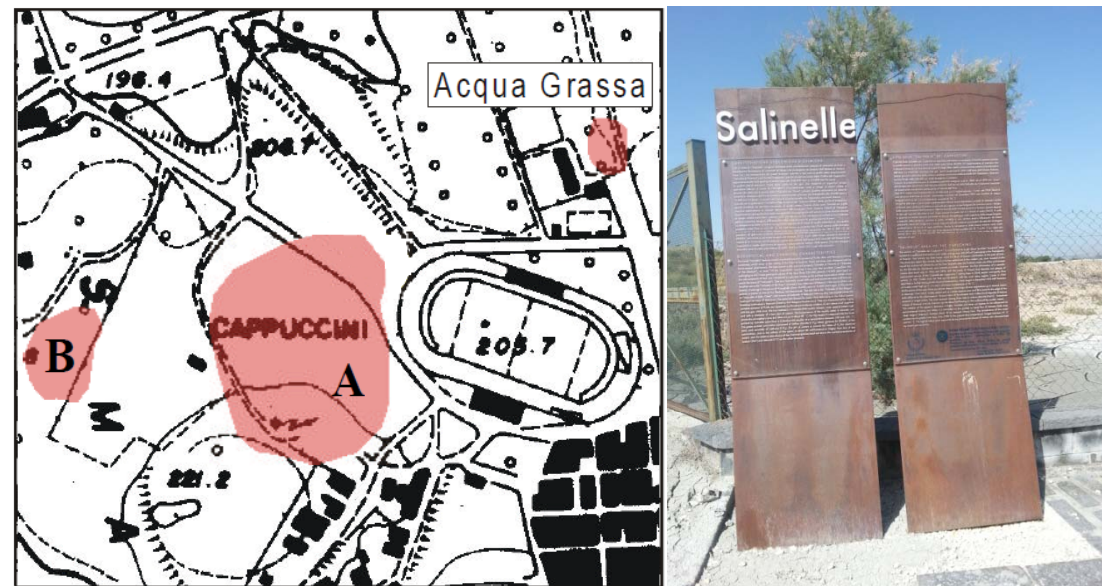
- Le Salinelle di Paternò (principali caratteristiche geologiche e chimiche, interesse scientifico, possibili correlazioni con l'attività dell'Etna)
- Misure preliminari per studio di fattibilità per la caratterizzazione radiometrica delle Salinelle dello Stadio
 - misure di radon e thoron in soil e in superficie mediante rivelatori attivi e passivi
 - misure di concentrazione di radon in acqua
 - misure di spettrometria γ
- Considerazioni conclusive

LE SALINELLE DI PATERNÒ

Nell'area attorno all'abitato di Paternò (versante SO dell'Etna) sono presenti tre siti di Salinelle, detti *Stadio* (220-110 ky), *Simeto* (56-15 ky) e *Vallone Salato* (o di *San Biagio*), caratterizzati da frequente emissione gassosa mista a fango e acqua.



Salinelle dello Stadio



Le zone in rosso indicano approssimativamente l'estensione del fenomeno emissivo:

- A: sito principale
- B: sito secondario

LE SALINELLE DI PATERNÒ

- Emissioni di gas costituite prevalentemente da CO_2 (di origine magmatica) che rappresenta fino al 90-98% del totale (0.18 kg s^{-1} su una superficie di 5974 m^2); secondariamente CH_4 e in quantità minori N_2 , He , H_2 , CO , H_2S (Giammanco et al., 2007)
- Temperature delle acque comprese tra 10 e $20 \text{ }^\circ\text{C}$; occasionalmente valori fino a $40\text{-}50 \text{ }^\circ\text{C}$ (acquifero idrotermale)
- pH delle acque attorno a 6
- Conducibilità elettrica circa 88 mS/cm
- Prevalenza di Na^+ e Cl^- (Aiuppa et al., 2004)
 $\text{Na}^+ \gg \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{K}^+$
 $\text{Cl}^- \gg \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{--}$



Salinelle dello Stadio
Superficie tot: qualche decina di migliaia di m^2

LE SALINELLE DI PATERNÒ

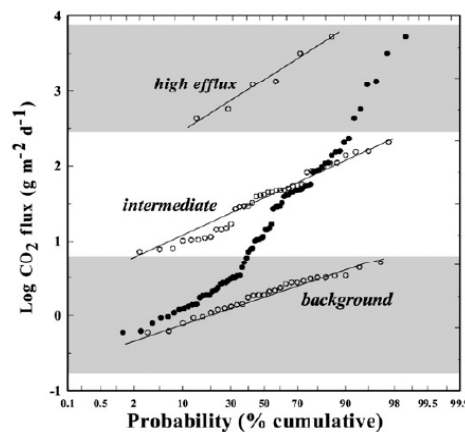
Giammanco S. et al., Focused and diffuse effluxes of CO₂ from mud volcanoes and mofettes south of Mt. Etna (Italy), *J Volc Geotherm Res* 165, 46-63 (2007)

Caracausi A. et al., Mount Etna: Geochemical signals of magma ascent and unusually extensive plumbing system, *Geophys Res Lett* 30(2), doi: 10.1029/2002GL015463 (2003)

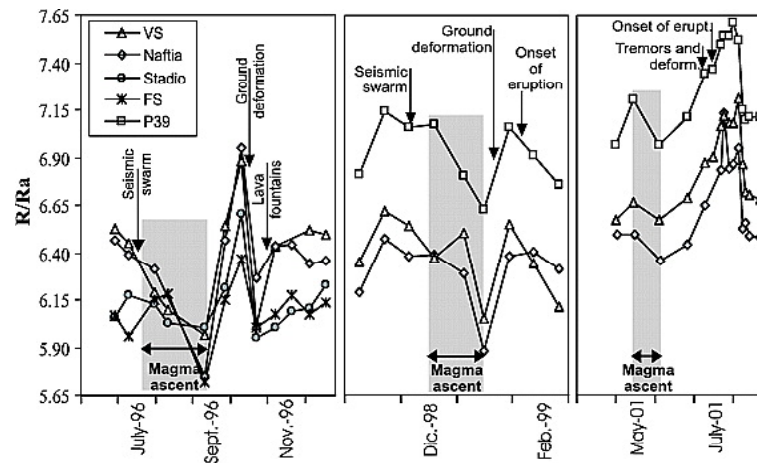
Amici S. et al., UAV Thermal Infrared Remote Sensing of an Italian Mud Volcano, *Advances in Remote Sensing* 2, 358-364 (2013)

Giammanco S. et al., Soil and fumarole gases of Mount Etna: geochemistry and relations with volcanic activity, *J Volc Geotherm Res* 81, 297-310 (1998)

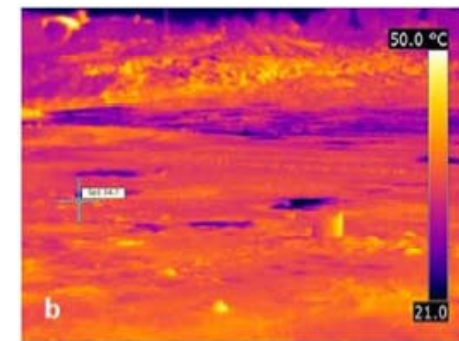
Pecoraino G. and Giammanco S., Geochemical Characterization and Temporal Changes in Parietal Gas Emissions at Mt. Etna during the Period July 2000 - July 2003, *TAO* 16 No. 4, 805-841 (2005)



Giammanco et al., 2007



Caracausi et al., 2003



Amici et al., 2013

LE SALINELLE DI PATERNÒ

La sorgente magmatica che alimenta l'area delle Salinelle è con ogni probabilità la stessa che alimenta l'attività vulcanica sommitale dell'Etna (possibili correlazioni).

Inoltre:

Valenza M. and Nuccio P.M., Geochemical precursors of earthquakes - Experience in Italy, In: Isotopic and geochemical precursors of earthquakes and volcanic eruptions, Proceedings of an Advisory Group Meeting, 9-12 September 1991, IAEA (1993)

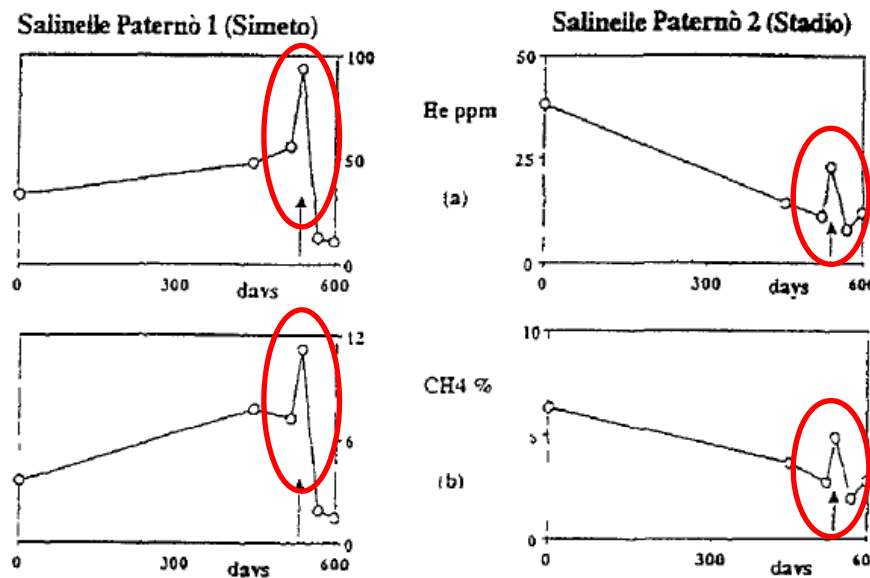


Figure 11 - Time trends of He and CH₄ values measured to the Salinelle. The arrow indicates the earthquake of December 13, 1990

(Valenza e Nuccio, 1993)

CARATTERIZZAZIONE RADIOMETRICA

- Misure di concentrazione di radon in soil mediante rivelatori a tracce nucleari del tipo CR-39;
- Profili di concentrazione di radon e thoron in soil e in superficie mediante rivelatori attivi del tipo AlphaGUARD e RAD7;
- Misure di concentrazione di radon in acqua mediante scintillazione liquida;
- Misure di radionuclidi γ -emettitori in campioni di fango e acqua mediante spettrometria γ ad alta risoluzione.

AREA DI INDAGINE

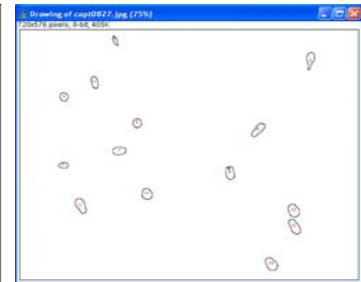
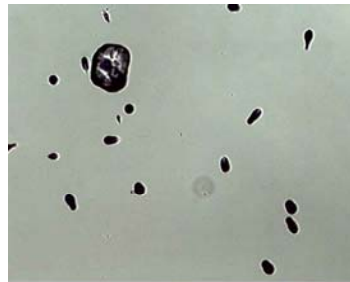
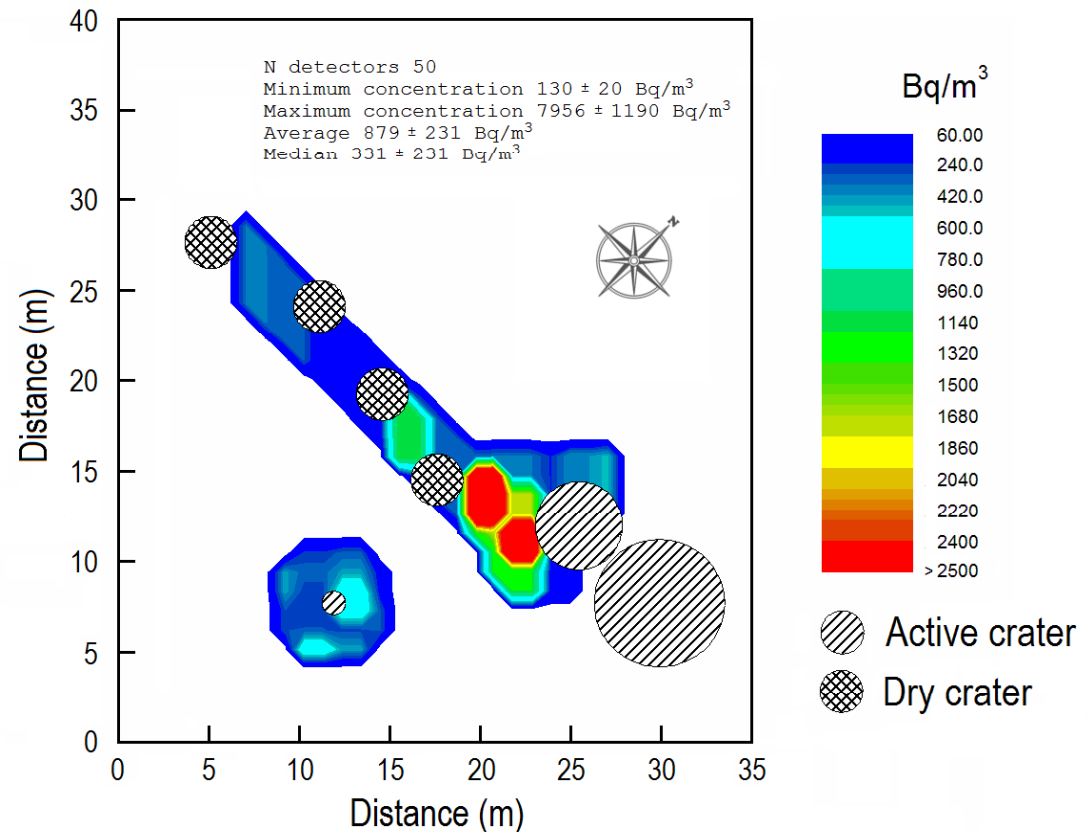


MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON IN SOIL

- Griglia di 50 SSNTDs, CR-39
- Esposizione: 7 giorni



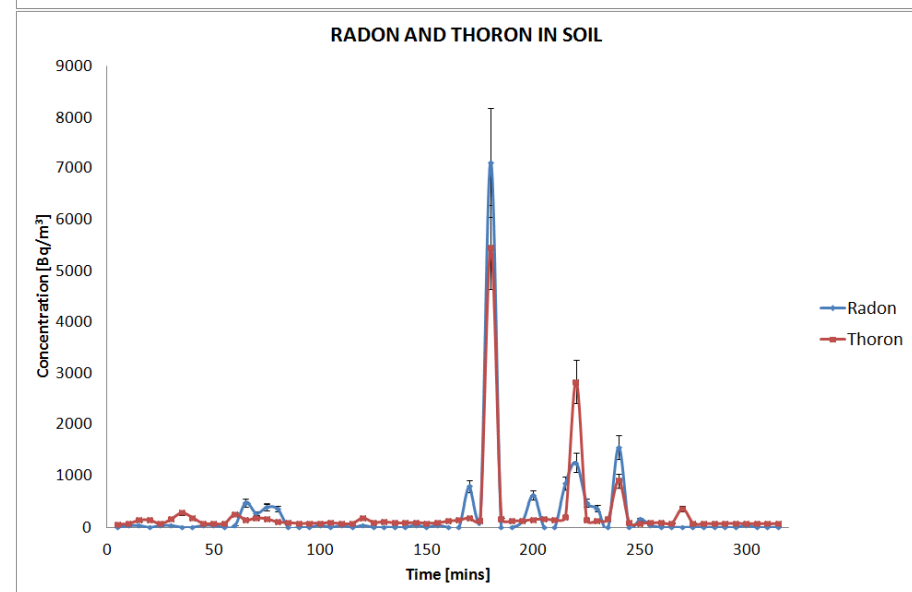
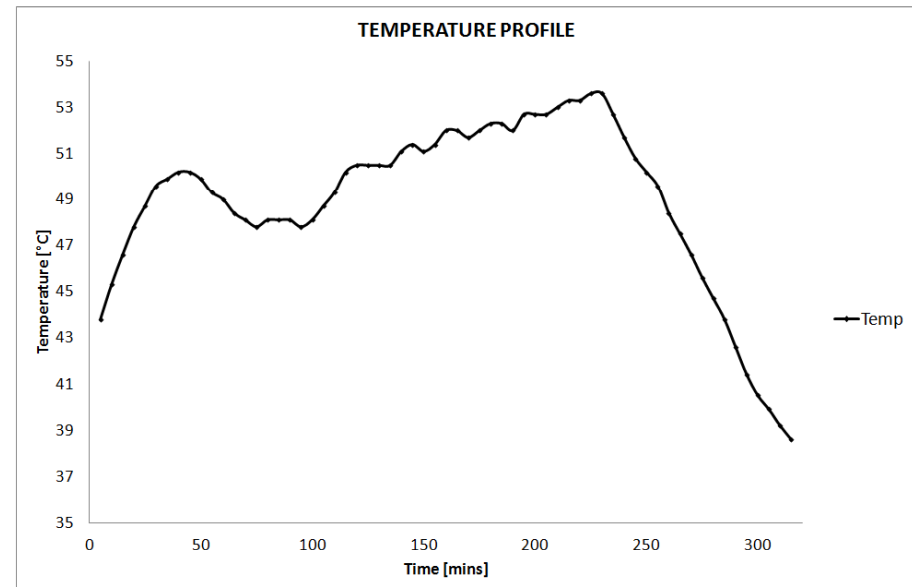
- Etching chimico in soluzione di NaOH 6.25M e CH₃COOH 2%
- Lettura mediante sistema semi-automatico realizzato presso DFA-UniCT (10x magnification, 1024x768 resolution)



MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON IN SOIL

- Rivelatore al silicio DurrIDGE RAD7
 - 6.00 MeV Po-218
 - 7.69 MeV Po-214
 - 6.78 MeV Po-216
 - 8.78 MeV Po-212
- Essiccante (RH 5%)
- Flusso di aspirazione 1 litro/min

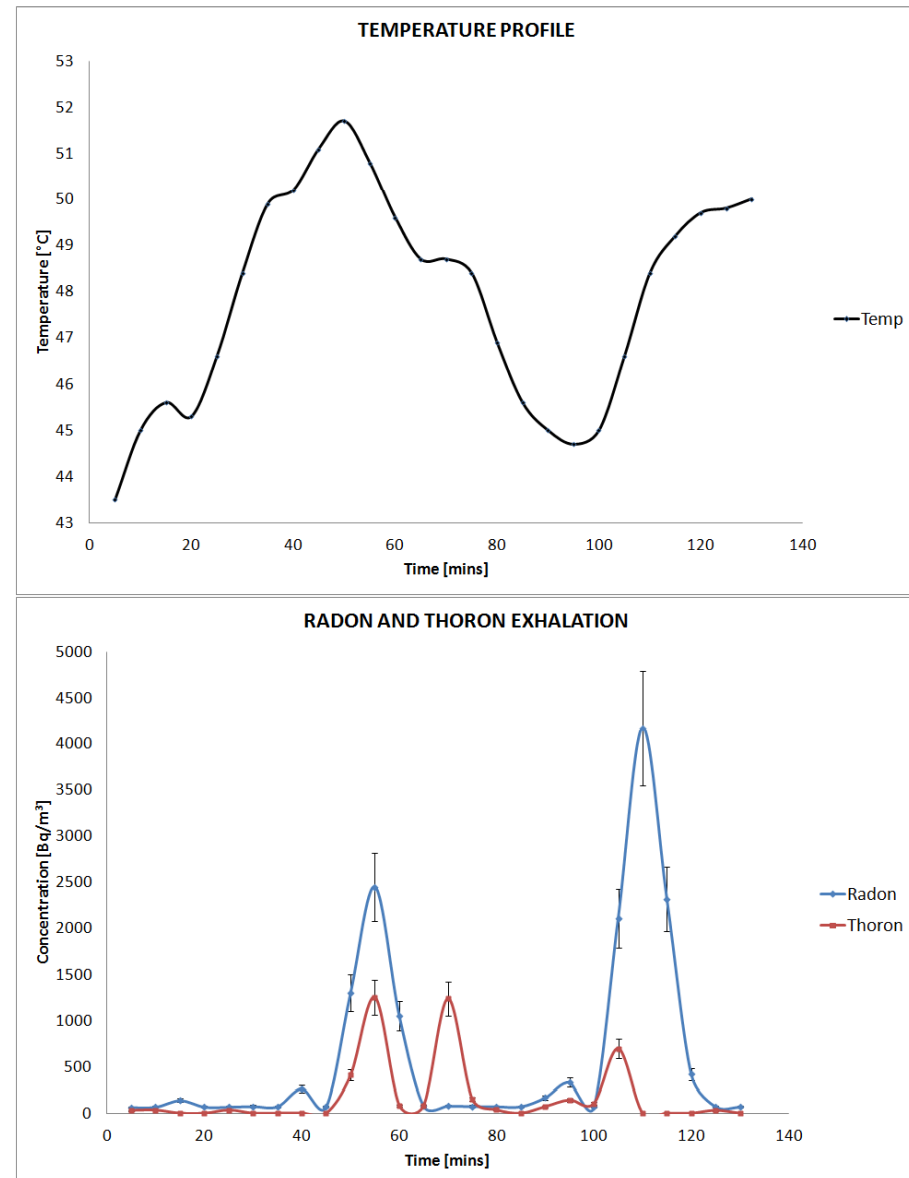
1^a configurazione (in soil, profondità 35 cm)



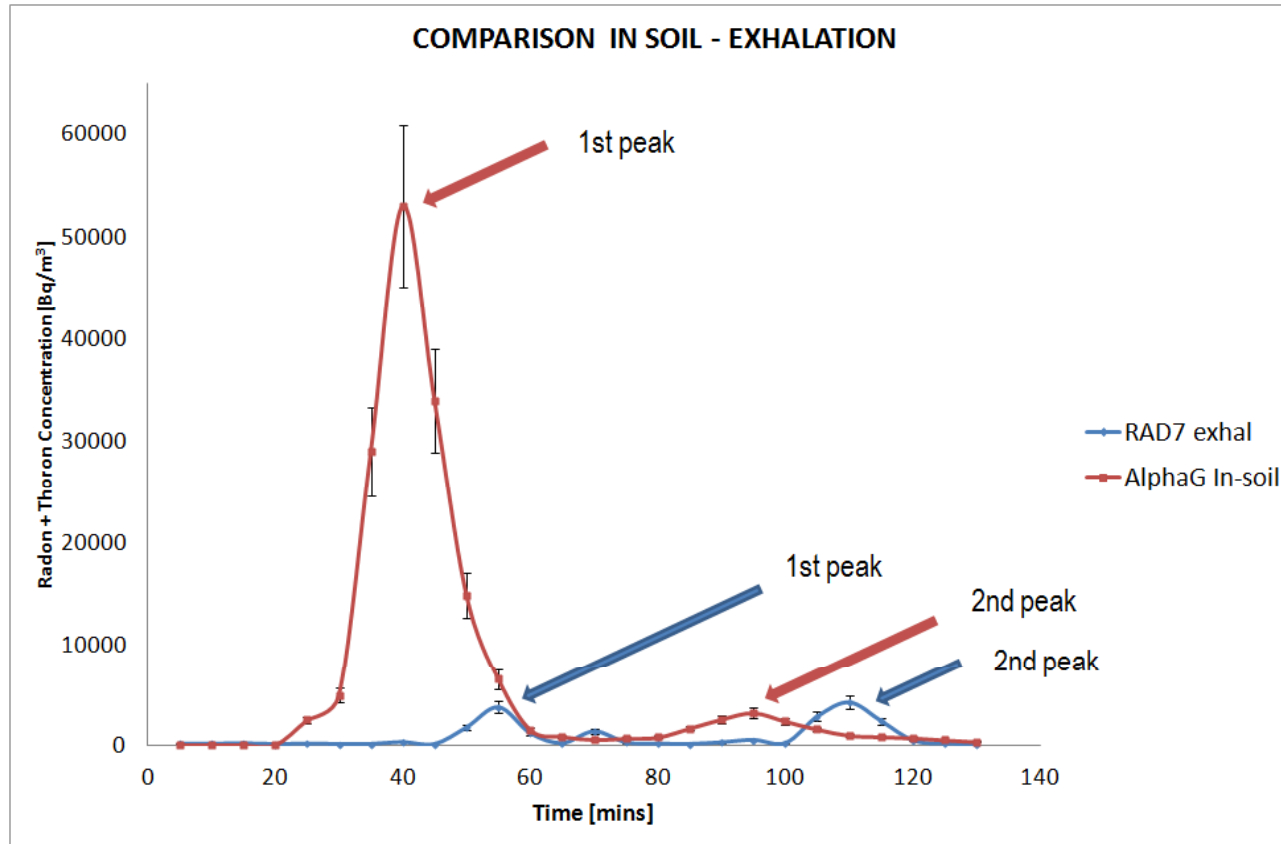
MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON IN SOIL

- Rivelatore al silicio DurrIDGE RAD7
 - 6.00 MeV Po-218
 - 7.69 MeV Po-214
 - 6.78 MeV Po-216
 - 8.78 MeV Po-212
- Essiccante (RH 5%)
- Flusso di aspirazione 1 litro/min

2^a configurazione (exhalation)



MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON IN SOIL



Radon + Thoron

RAD7 CONFIG 2

Alphaguard **CONFIG 1**
(profondità 50 cm)

Max 53 kBq/m³

Min 20 Bq/m³

Med 819 ± 320 Bq/m³

SHIFT 15 min

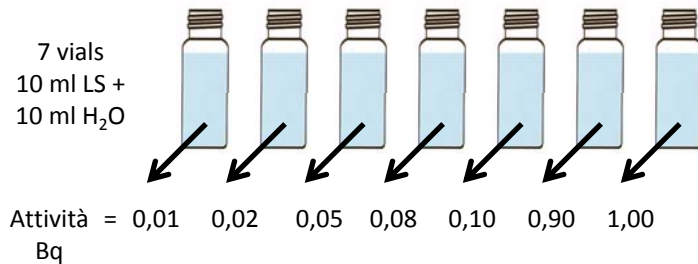
Le misure sono in corso in questo periodo, prima dell'inverno, quando il sito sarà inaccessibile a causa delle condizioni climatiche ...

MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON IN ACQUA

Il metodo analitico adottato per la determinazione della concentrazione di radon in acqua si basa sulla misura mediante LSC in fase eterogenea.



- Sistema di conteggio Beckman LS6500
- Cocktail scintillante $\rho < 1 \text{ g/cm}^3$
- Elevata efficienza (misure in coincidenza)
- Calibrazione mediante standard Ra-226
- Range di concentrazione 0 - 100 Bq/l
- Tempo di acquisizione: 1h



$$MDC = 0,74 \pm 0,06 \text{ Bq/l}$$



Campione 1	< MDC
------------	-------

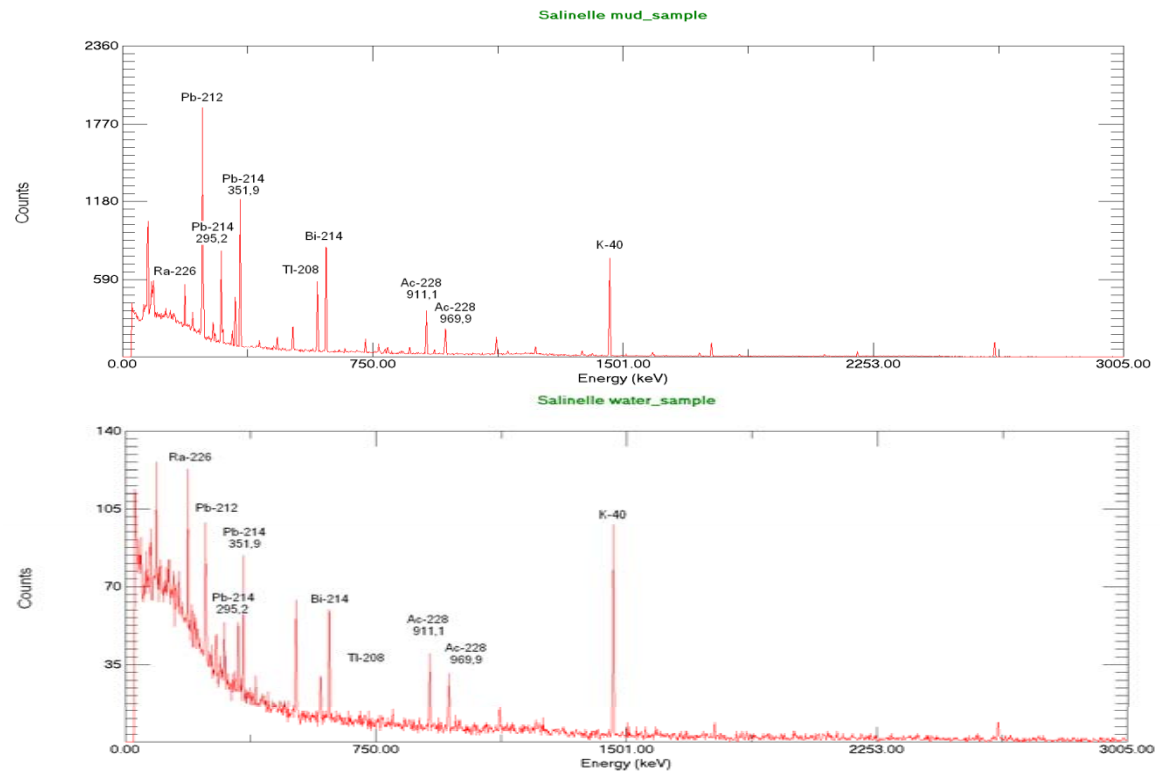
Campione 2	< MDC
------------	-------

Valori tipici acque dell'Etna:
1.25 - 21.50 Bq/l

MISURE DI SPETTROMETRIA γ

Per la determinazione della concentrazione di radionuclidi gamma emettitori è stata utilizzata l'analisi spettroscopica γ mediante rivelatore HPGe.

- I campioni vengono:
1. essiccato in forno a 80 °C per 2 giorni
 2. frantumato e passato al setaccio (500 μm) o filtrato
 3. inseriti all'interno di un beaker Marinelli (1000 ml)



MISURE DI SPETTROMETRIA γ

Per la determinazione della concentrazione di radionuclidi gamma emettitori è stata utilizzata l'analisi spettroscopica γ mediante rivelatore HPGe.

- I campioni vengono:
1. essiccato in forno a 80 °C per 2 giorni
 2. frantumato e passato al setaccio (500 μm) o filtrato
 3. inseriti all'interno di un beaker Marinelli (1000 ml)

Radionuclide	Concentrazione [Bq/kg]	ETNA [Bq/kg]
Ra-226	112 \pm 10	13 - 41
Pb-214	81 \pm 2	
Bi-214	79 \pm 2	
Ac-228	76 \pm 3	19 - 40
Pb-212	60 \pm 2	
Tl-208	69 \pm 2	
K-40	653 \pm 10	up to 1000

Radionuclide	Concentrazione [Bq/l]	ETNA [Bq/l]
Ra-226	20.5 \pm 3.1	up to 3
Pb-214	3.2 \pm 0.5	
Bi-214	3.7 \pm 0.5	
Ac-228	6.8 \pm 1.5	up to 2.5
Pb-212	< 2.6	
Tl-208	2.0 \pm 0.4	
K-40	94.0 \pm 4.9	2 - 13

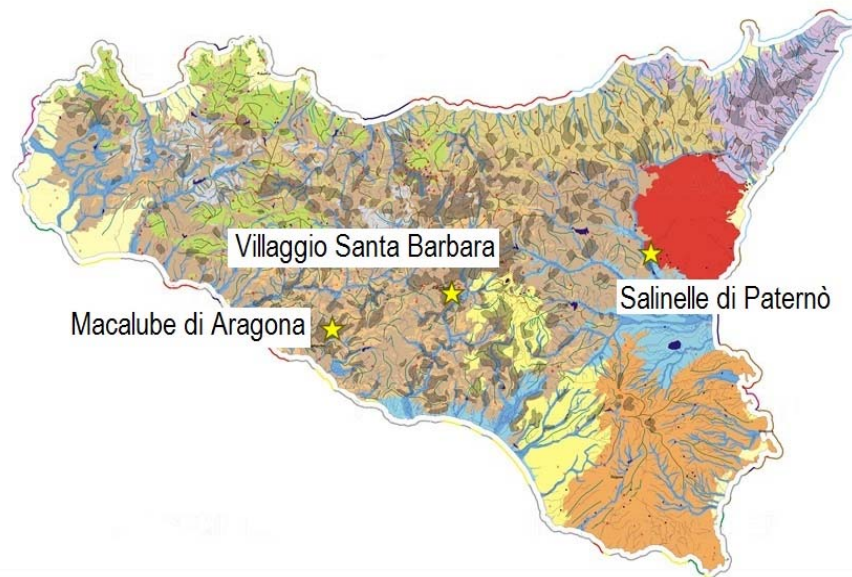
CONCLUSIONI

Studio di fattibilità con misure preliminari di concentrazione di radon in soil, in campioni d'acqua e misure di radionuclidi γ -emettitori presso le Salinelle di Paternò

- *Elevate concentrazioni di radon in soil nelle vicinanze della bocca caratterizzata da attività più intensa;*
- *Variazioni improvvise e significative (fino a due ordini di grandezze) della concentrazione di radon in soil. Corrispondenza non sempre verificata tra picchi di emissione di radon e thoron;*
- *Shift temporale tra livelli di radon (+ thoron) misurati in soil e in superficie;*
- *Concentrazioni di radon in acqua minori della MDC. Necessità di prelevare campioni a profondità maggiori da sottoporre ad analisi mediante LSC;*
- *Elevate concentrazioni di Ra-226 riscontrate nei campioni di acqua e fango.*

PROSPETTIVE FUTURE

Estensione dell'indagine anche ad altri siti, in Sicilia, caratterizzati dalla presenza di vulcani di fango:



Potenzialità:

- Variazioni significative di Rn-222,220 anche su breve scala temporale
- Possibilità di correlazione con altri parametri geochimici (CO_2 , He, CH_4 , ...)

Limiti:

- Aree talvolta di difficile accesso (particolarmente nei mesi invernali)
- Elevata variabilità nella distribuzione (spaziale e temporale) delle bocche di emissione

GRAZIE PER L'ATTENZIONE