



PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

Assessorato Territorio, Ambiente e Protezione Civile
(Assessore Dott. S. Mallia)

A.R.P.A. Sicilia

(Direttore Ing. S. Marino)

MISURE DI RADON NELLE STRUTTURE IPOGEE IBLEE

R. Mineo¹, A. Conti², S. Buonmestieri¹, G. Alessandro¹

1 – Assessorato Territorio, Ambiente e Protezione Civile – 13° Settore Geologia

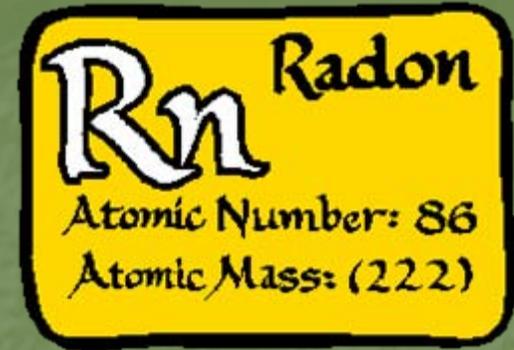
2 – A.R.P.A. Sicilia

“SICILIA SOTTERRANEA”

9-10-11 Maggio 2008 - Teatro Donnafugata – Ragusa Ibla

- Caratteristiche del radon
- *Rete Rilevamento Emissioni Gas Radon e Rete Sismometrica Provinciale*
- Collaborazione con l'A.R.P.A.
- Misura pilota nella “*Grotta dei Funghi*”

- elemento chimico (*numero atomico 86*)
- gas nobile, inerte
- inodore e incolore
- 8 volte più pesante dell'aria (*densità 9.7 kg/m³*)



- solubile in acqua

COEFFICIENTE DI
SOLUBILITÀ IN ACQUA

a 0 °C	0.57
a 20 °C	0.25
a 37 °C	0.17
a 100 °C	0.11

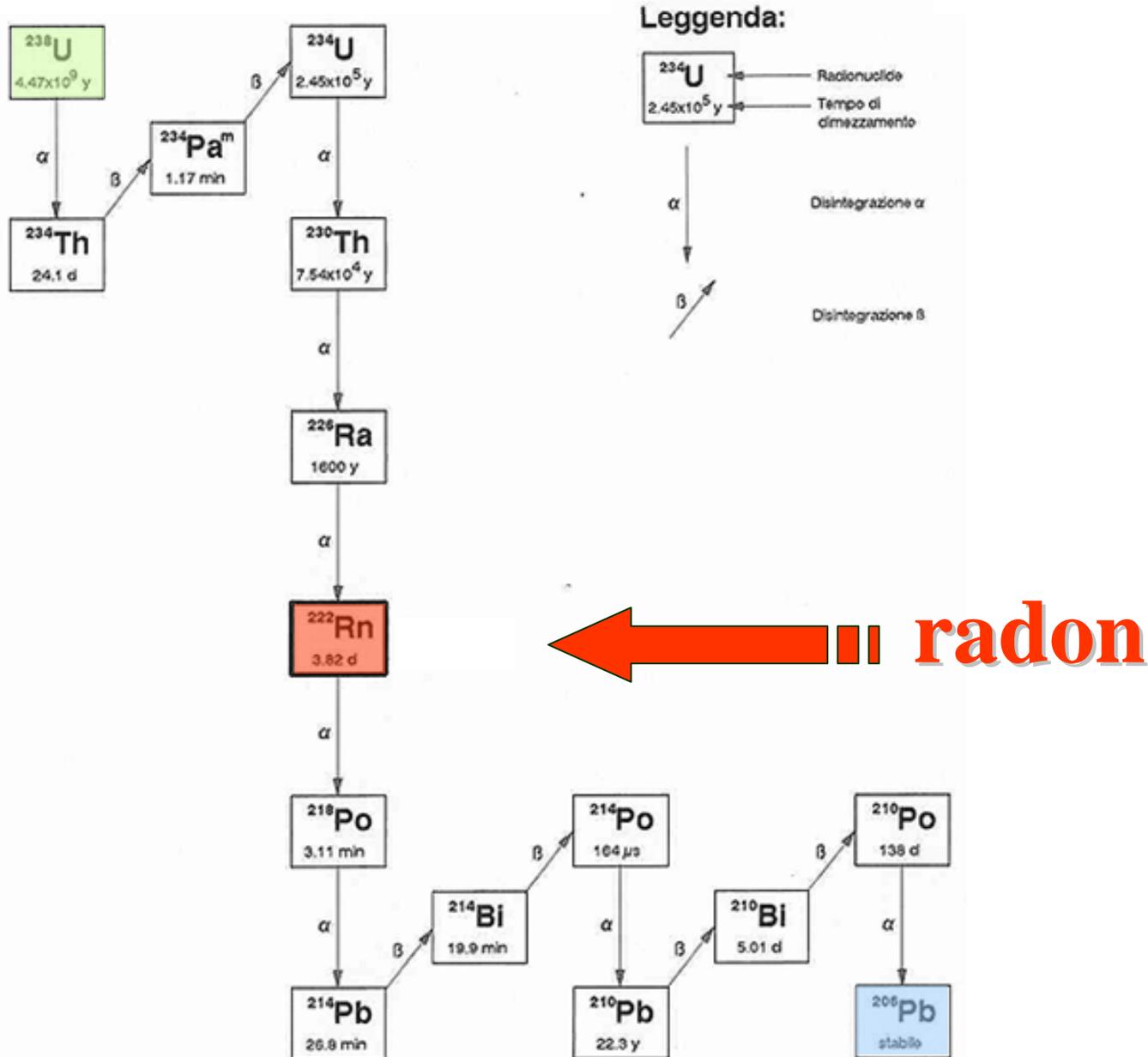
- **radioattivo**

- 1500 circa: Paracelso notò l'alta mortalità tra i lavoratori nelle miniere di Schneeberg
- 1879: la “*malattia di Schneeberg*” fu riconosciuta come cancro ai polmoni
- 1900: il fisico Dorn scoprì che i sali di radio producevano un gas radioattivo, il radon
- 1901: misure effettuate nel 1901 nelle miniere di Schneeberg rilevarono un'alta concentrazione di radon
- 1980 circa: studi sistematici su larga scala in numerose nazioni, che mostrarono che l'esposizione riguardava tutti
- L'O.M.S. ha classificato il radon come **cancerogeno di gruppo 1** collocandolo al secondo posto come causa di tumori polmonari dopo il fumo di tabacco

- ^{238}U , ^{232}Th , ^{235}U sono elementi radioattivi capostipiti di tre serie radioattive
- le serie radioattive sono responsabili della produzione di radon
- in ciascuna serie radioattiva è presente un isotopo del radon

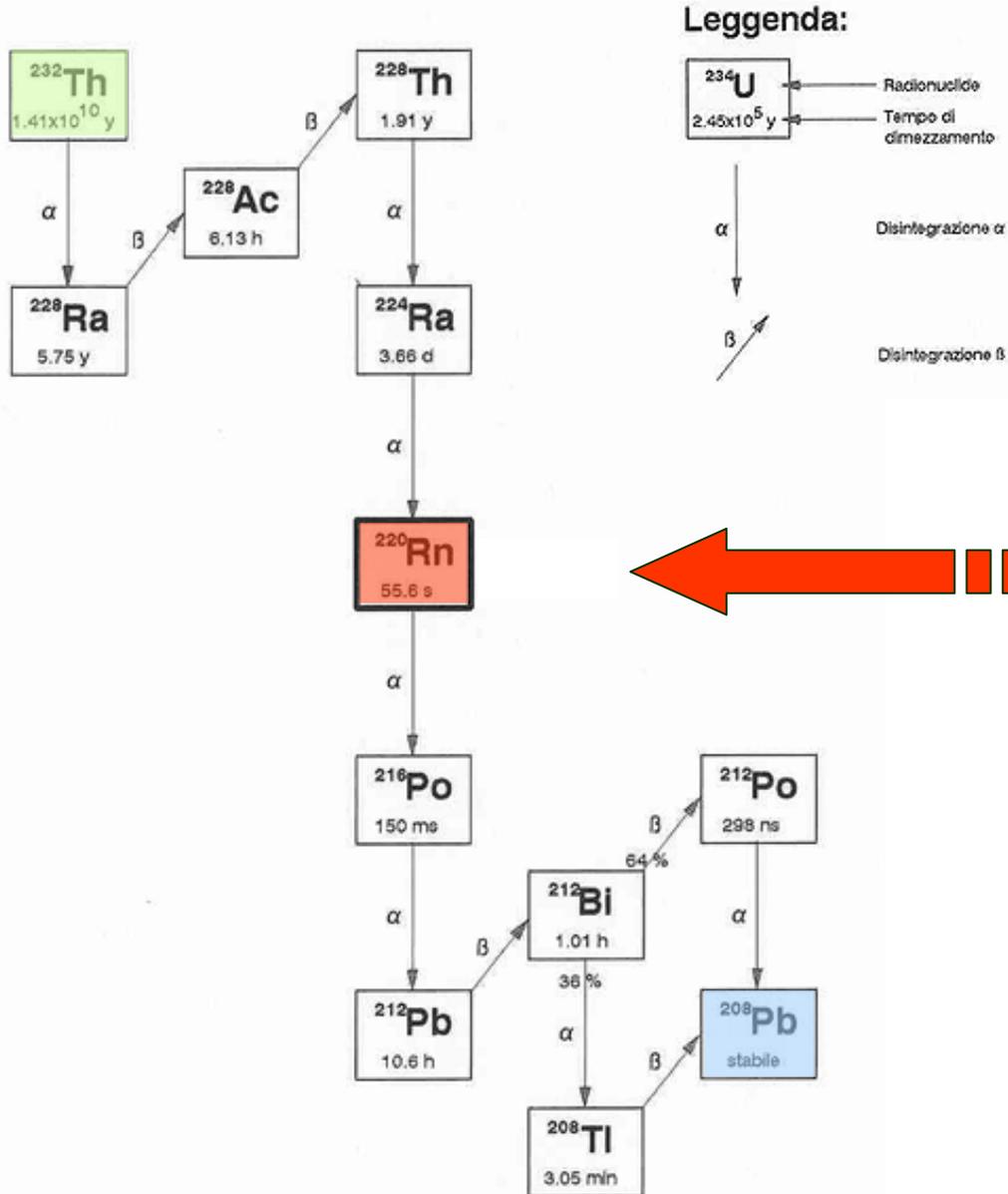
Radioattività del radon

Schema di decadimento della serie radioattiva dell' ^{238}U



Radioattività del radon

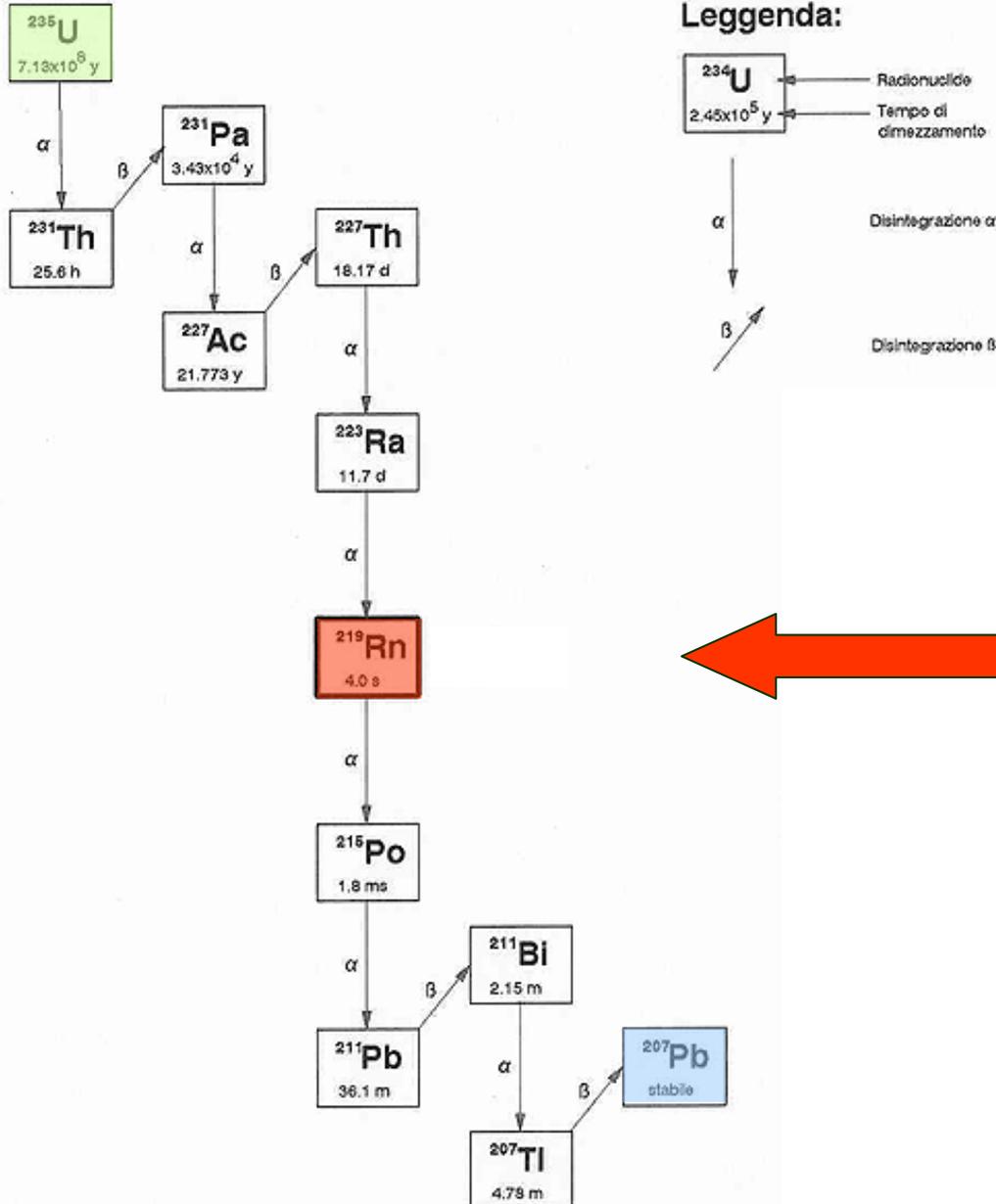
Schema di decadimento della serie radioattiva del ^{232}Th



← ||| **thoron**

Radioattività del radon

Schema di decadimento della serie radioattiva dell' ^{235}U



← actinon

- ^{222}Rn *radon* vita media 3.8 giorni
- ^{220}Rn *thoron* vita media 55 secondi
- ^{219}Rn *actinon* vita media 4 secondi

Fattori responsabili della presenza di radon

Concentrazione di uranio e torio nelle rocce

	^{238}U (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)
ROCCE VULCANICHE		
▪ <i>Acide (granito)</i>	59	81
▪ <i>Intermedie (diorite)</i>	23	32
▪ <i>Mafiche (basalto)</i>	11	11
▪ <i>Ultrabasiche (durite)</i>	0.4	24
ROCCE SEDIMENTARIE		
▪ <i>Calcari</i>	27	7
▪ <i>Carbonati</i>	26	8
▪ <i>Arenarie</i>	18	11
▪ <i>Scisti</i>	44	44

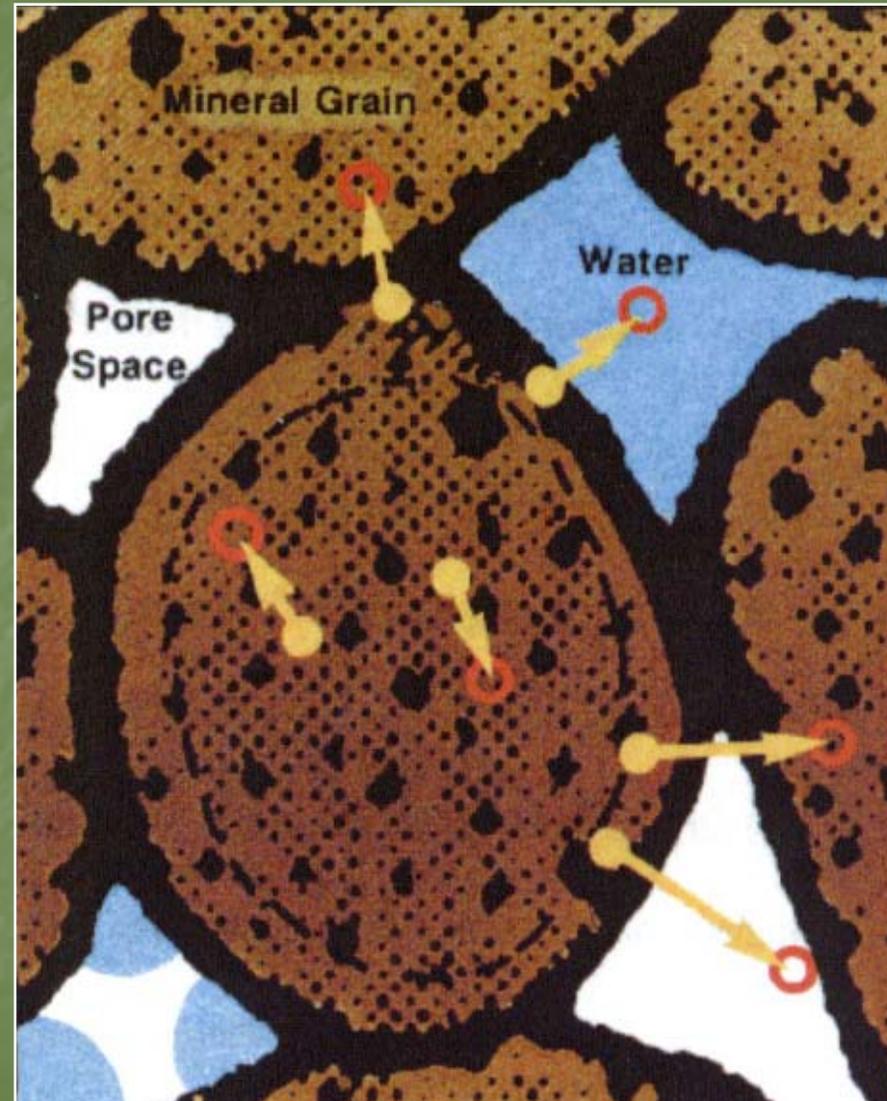
Fattori responsabili della presenza di radon

Proprietà delle rocce

■ Meccanismo di rinculo

○ atomo di radon
● atomo di radio

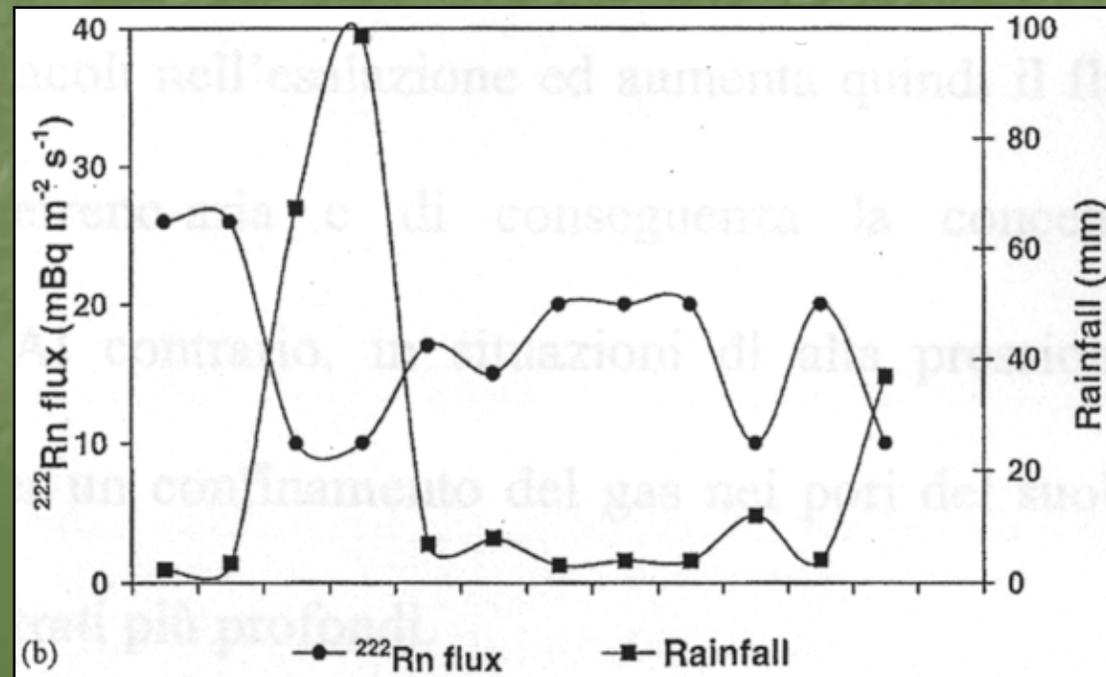
- Porosità
- Fessurazione
- Fratturazione
- Permeabilità
- Umidità



Fattori responsabili della presenza di radon

Influenza dei parametri meteorologici

- in generale, alte temperature favoriscono il flusso di radon
- è difficile individuare una correlazione del radon con la pressione atmosferica
- le precipitazioni piovose attenuano il flusso di radon

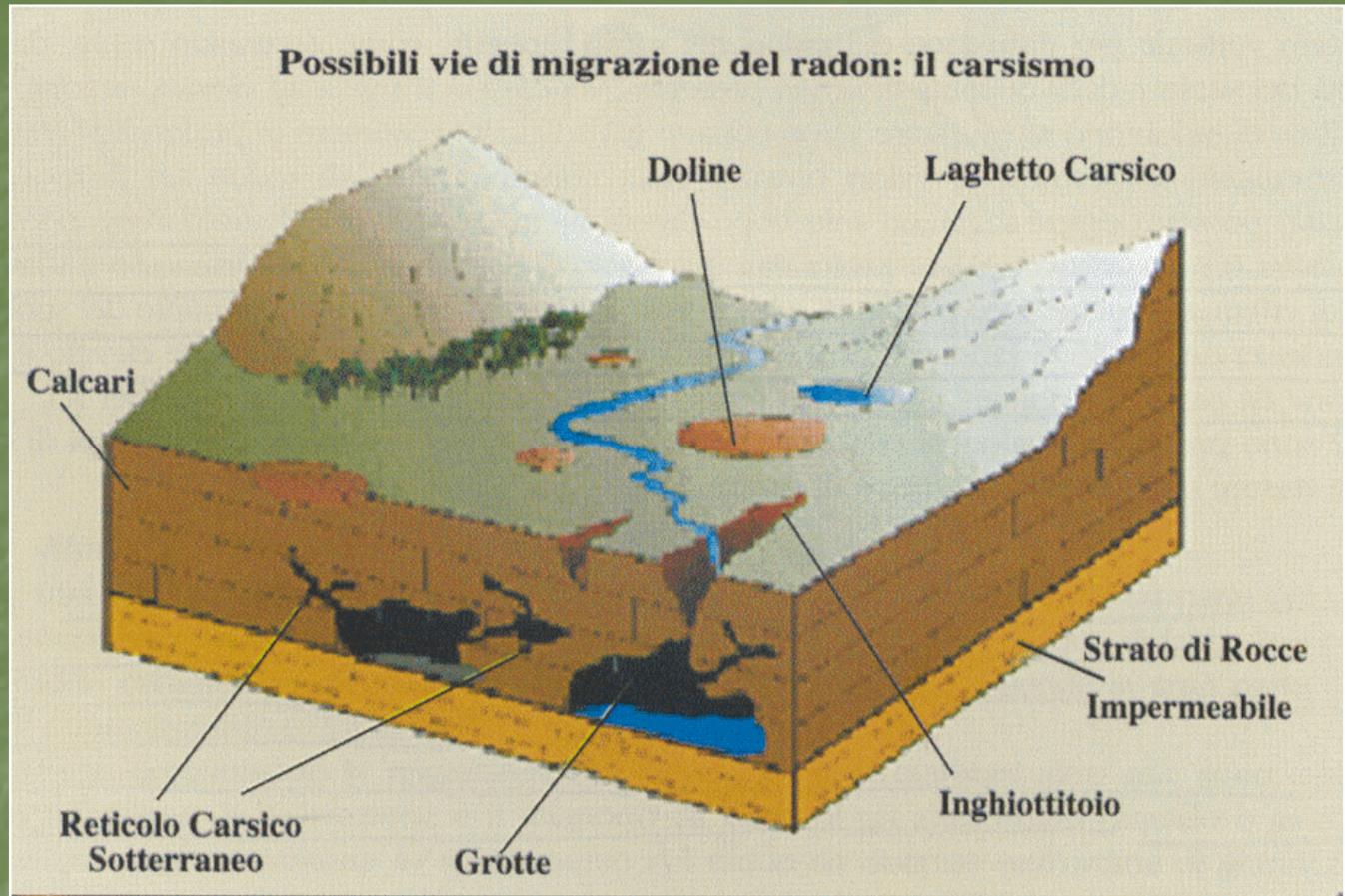


- solubilità del radon in acqua
- scioglimento del radon nelle acque di falda
- trasporto del radon dagli strati più profondi alla superficie
- possibilità di elevate concentrazioni nell'acqua per uso domestico

Fattori responsabili della presenza di radon

- diffusione

- acqua



- presenza di fessure e faglie

Accumulo di radon

- all'esterno il radon viene diluito rapidamente
- all'interno delle abitazioni il radon penetra attraverso il suolo, le fessure e le giunture tra i muri, o può provenire dai materiali da costruzione
- alte concentrazioni di radon nelle **miniere**, nelle **terme**, nelle **grotte**, negli **acquedotti**, nelle **gallerie**, nelle **cantine**, nei **sotterranei** e in genere in tutti i luoghi chiusi ed a diretto contatto con il terreno
- l'aerazione dei locali è molto importante



- programma di studio sulla sismicità iblea avviato dall'Assessorato Territorio, Ambiente e Protezione Civile
- 2000: *Rete Sismometrica Provinciale*
- 2003: *Rete Rilevamento Emissioni Gas Radon*
- collaborazione con il C.U.T.G.A.N.A. dell'Università di Catania per la gestione scientifica delle Reti

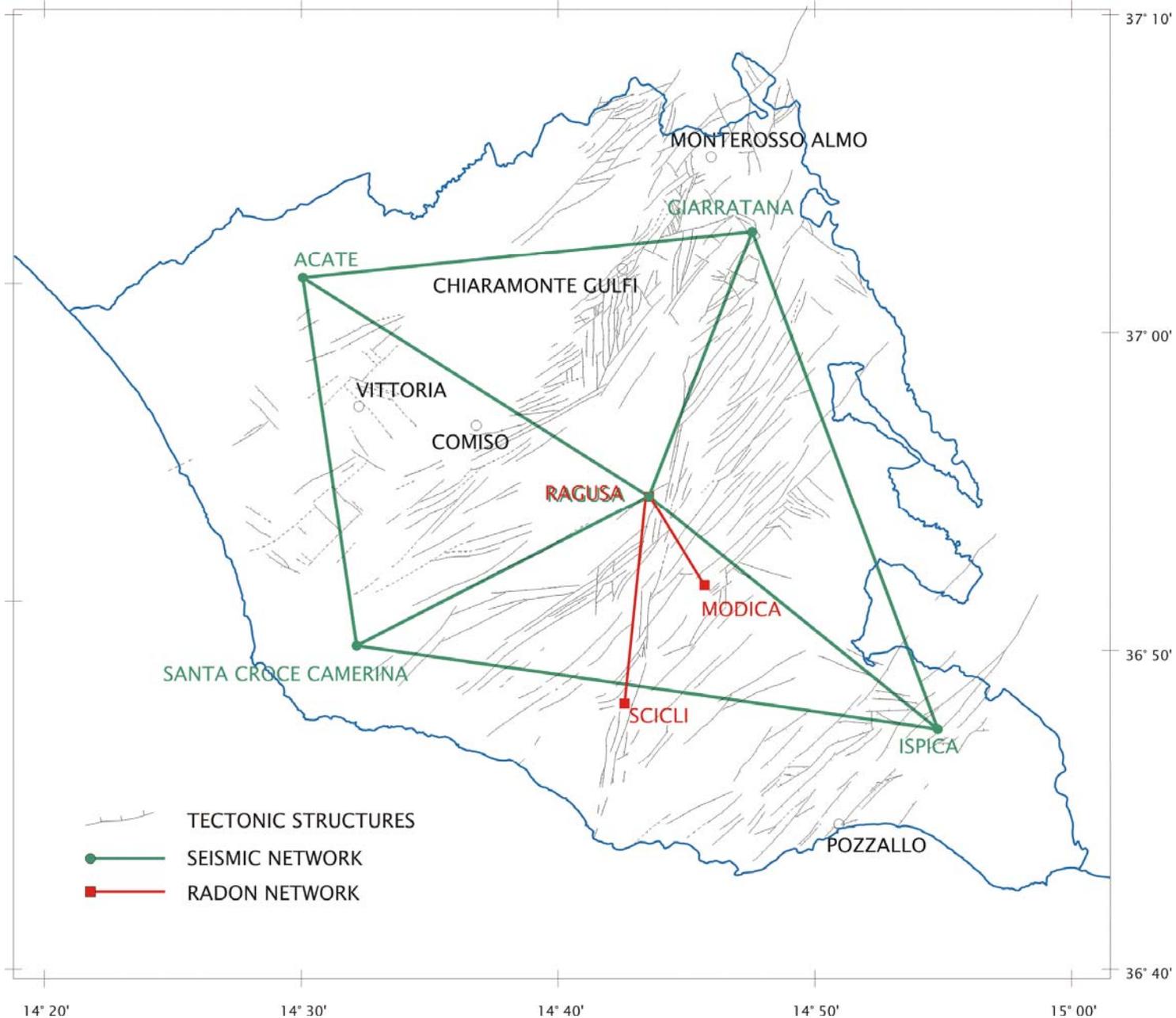
- *aspetto scientifico:*

correlazione con eventi sismici

- *aspetto protezionistico:*

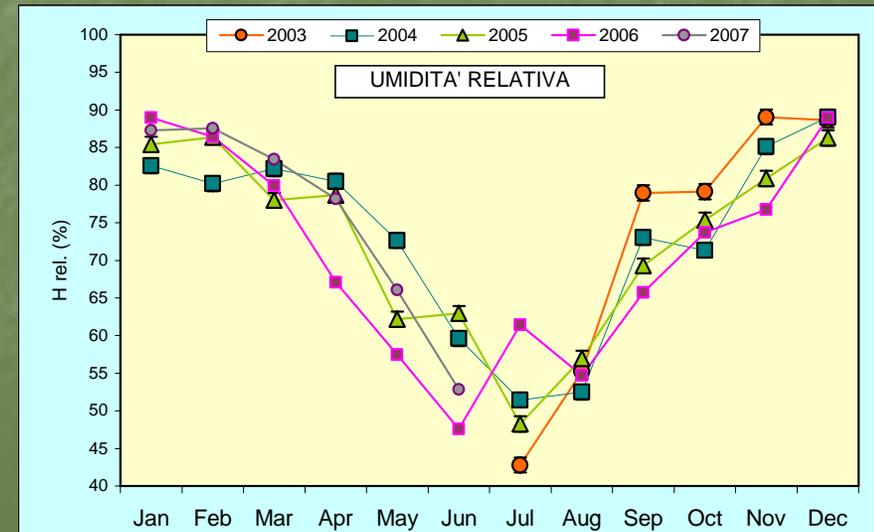
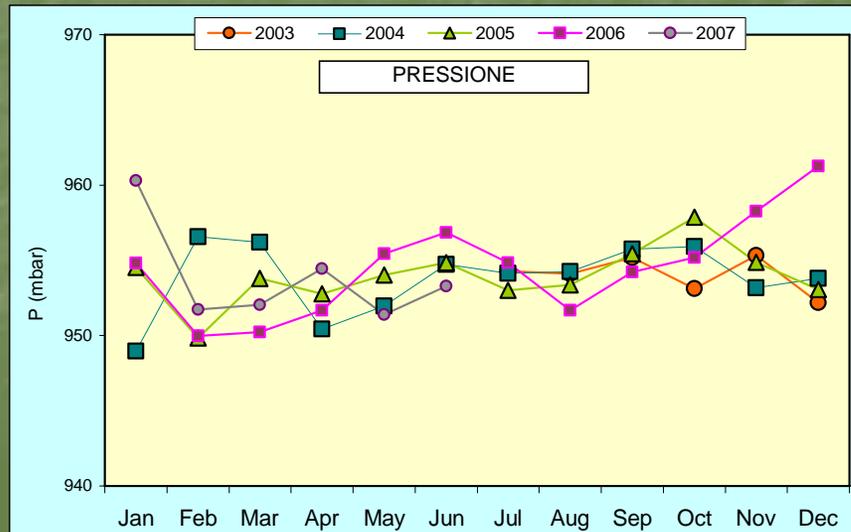
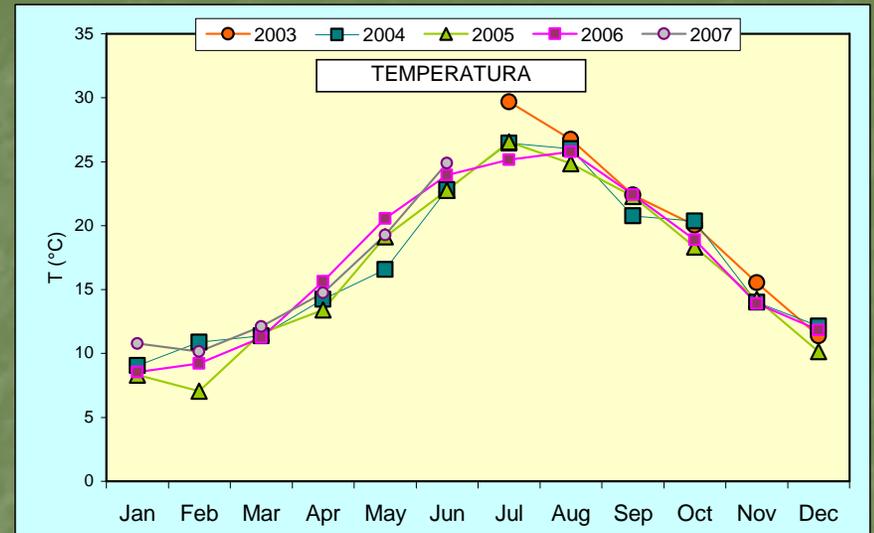
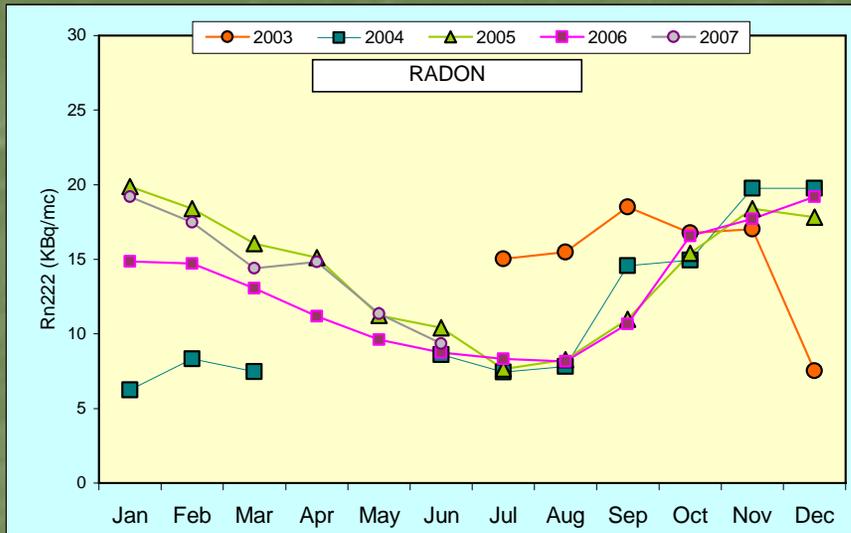
prevenzione del rischio radon in ambienti indoor

La Rete Rilevamento Emissioni Gas Radon



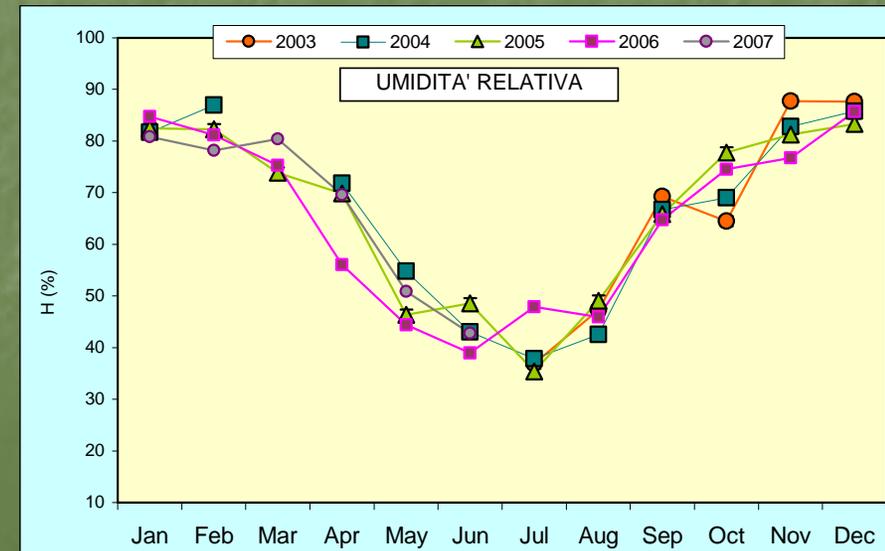
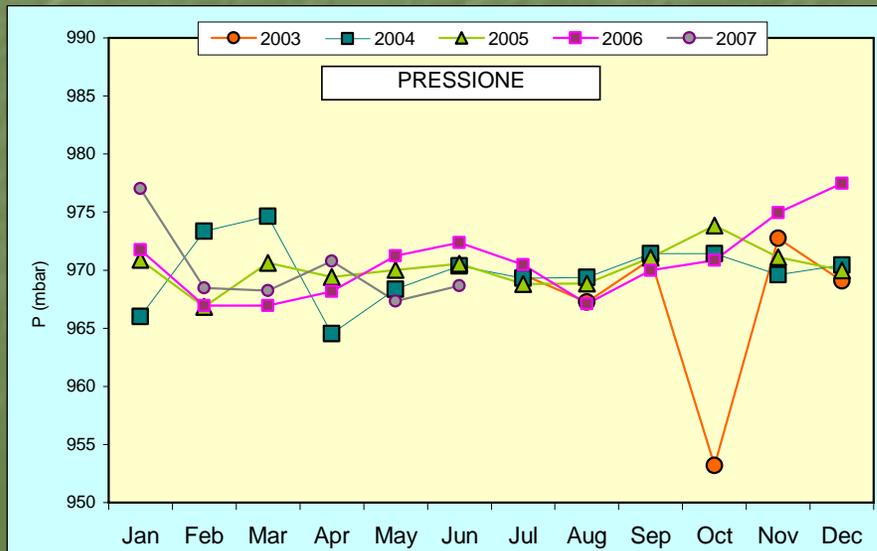
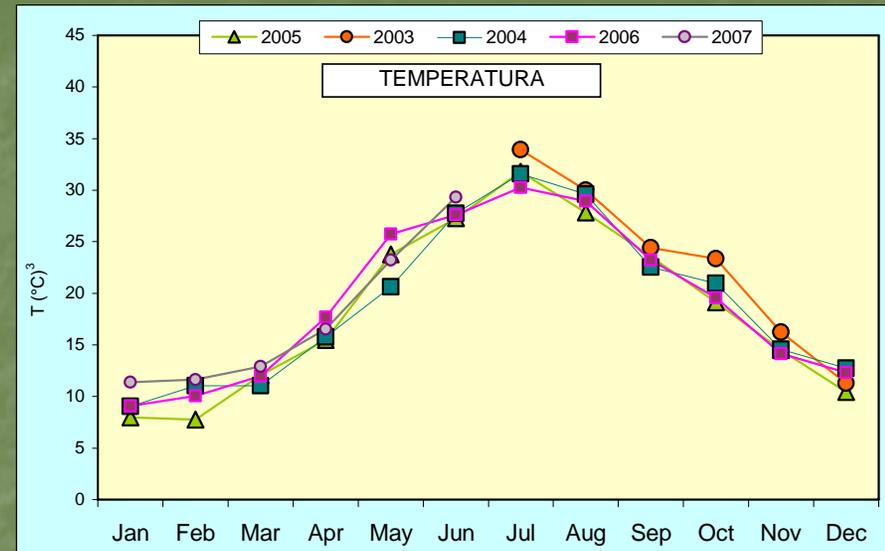
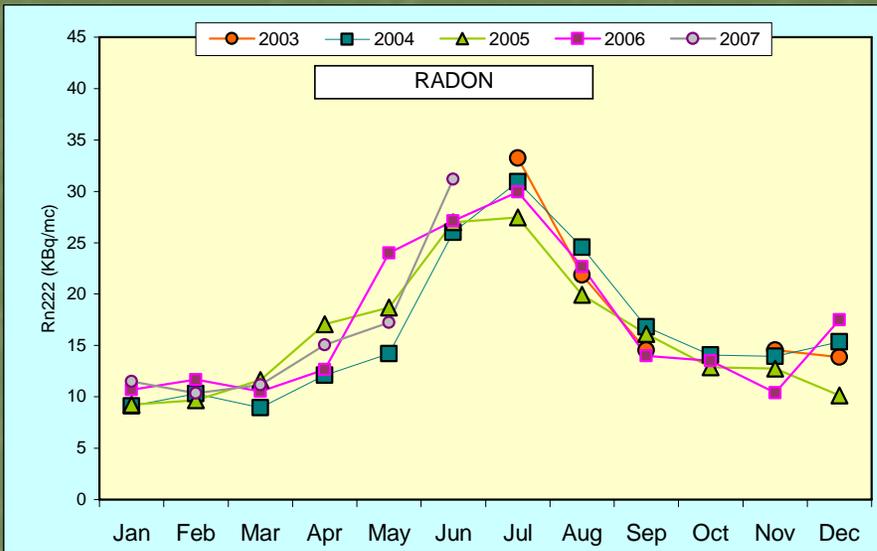
Variazioni annuali di radon e parametri ambientali

Stazione di RAGUSA



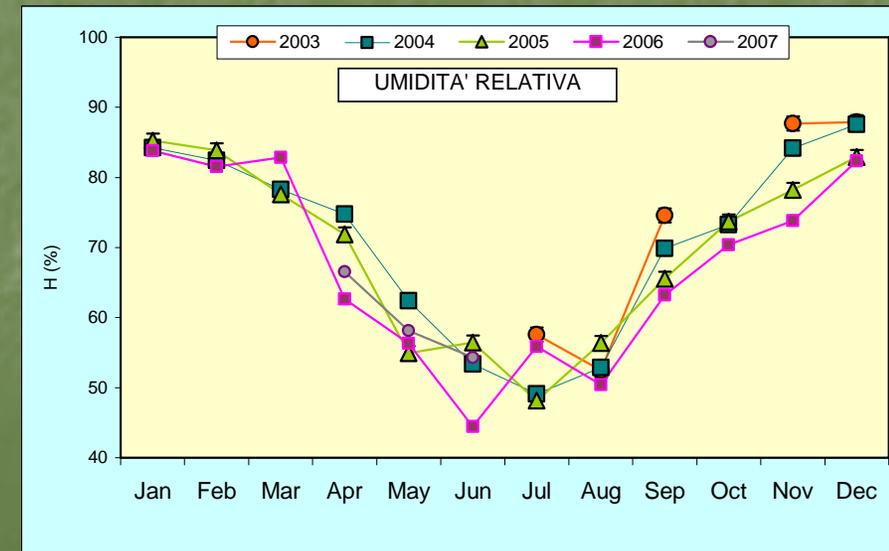
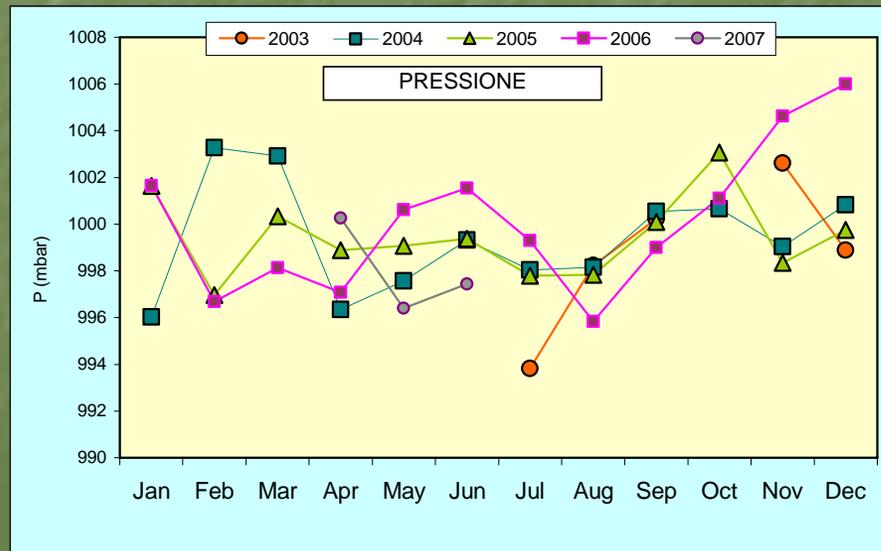
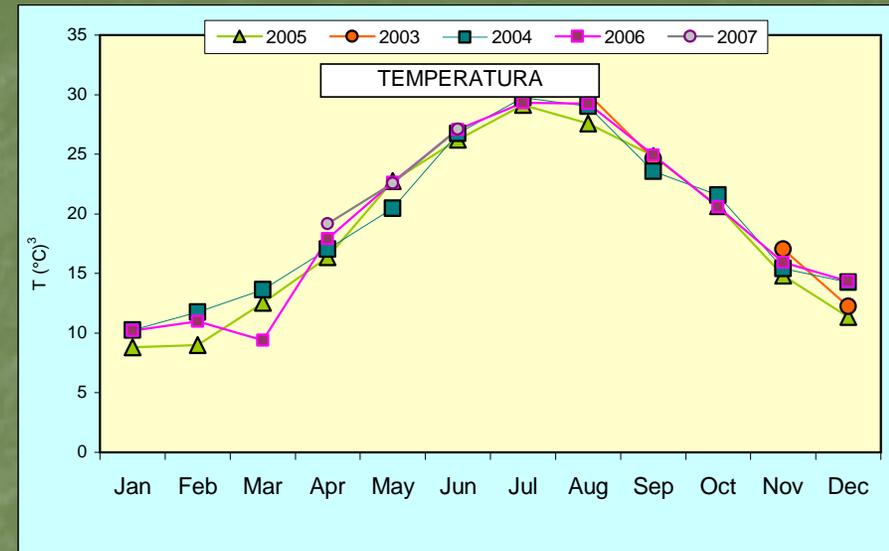
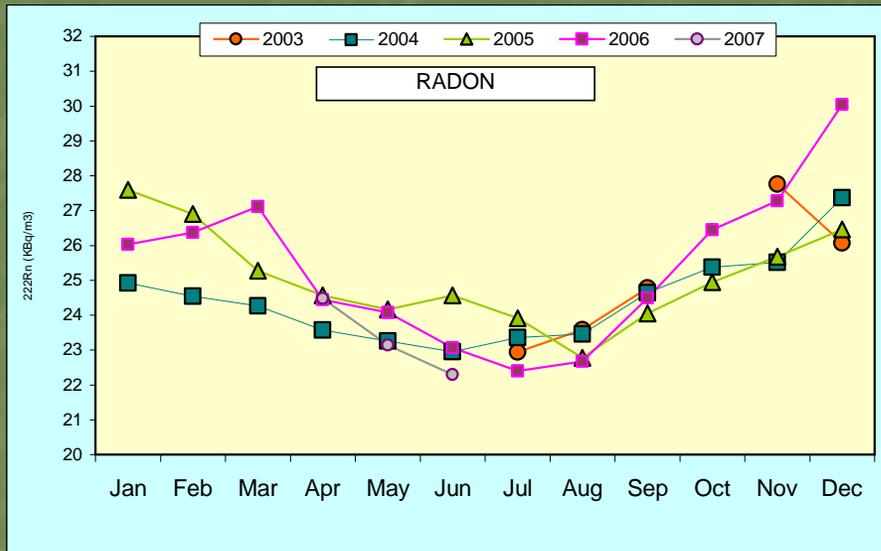
Variazioni annuali di radon e parametri ambientali

Stazione di MODICA

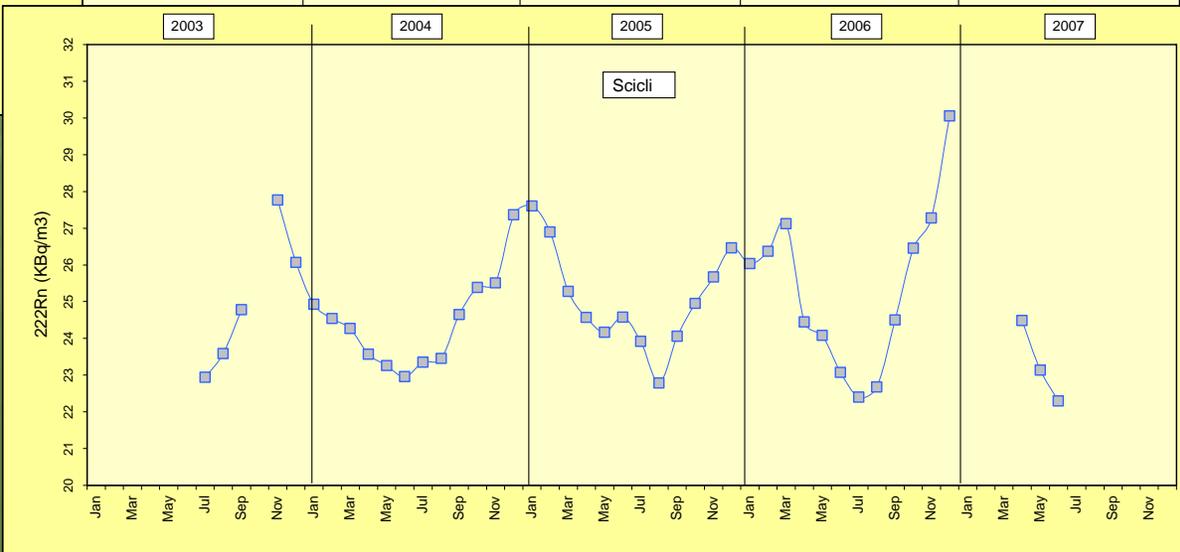
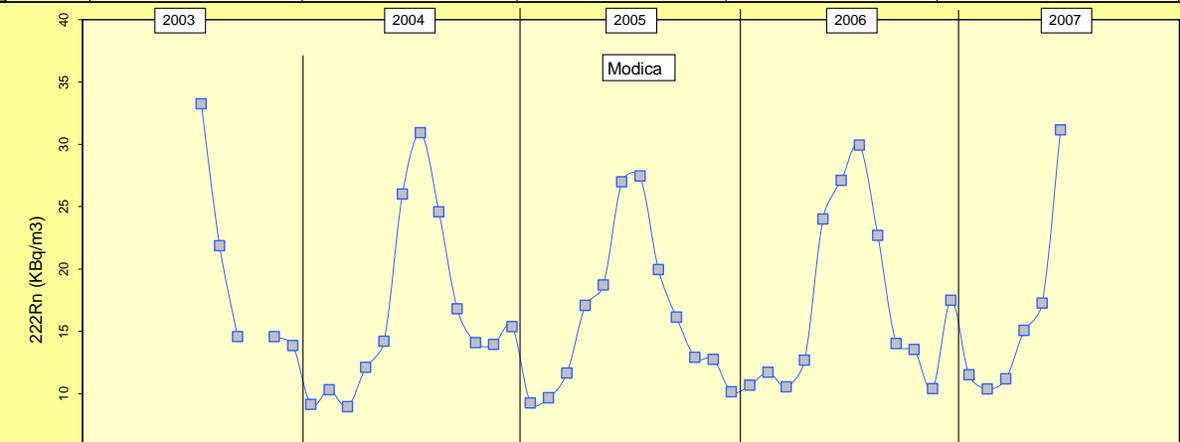
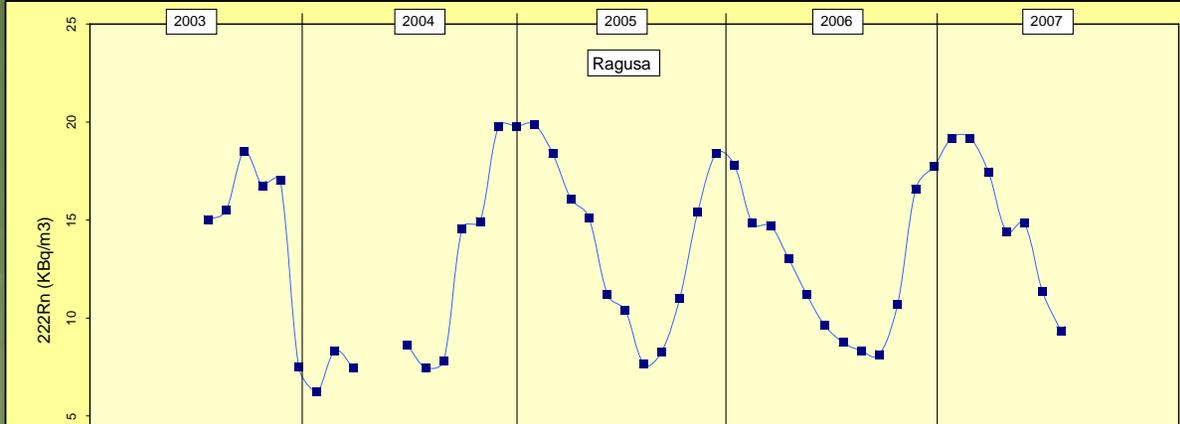


Variazioni annuali di radon e parametri ambientali

Stazione di SCICLI



Variazioni annuali di radon e parametri ambientali



- **Misure in continuo nel suolo**
notevole differenza della correlazione con i parametri climatici in terreni di simile litologia
- **Misure lungo linee di faglia**
concentrazioni di radon fino a 100 000 Bq/m³
- **Misure in campioni di acqua**
da avviare monitoraggio di pozzi e sorgenti
- **Misure in ipogei**
in collaborazione con A.R.P.A.

- misura pilota di concerto con l'A.R.P.A.
- progetto di collaborazione tra A.R.P.A. Sicilia e la Provincia Regionale di Ragusa per misure di radon in ambienti ipogei
- marzo 2008: firmata convenzione
- individuati ipogei da monitorare da parte dell'A.R.P.A.

Attrezzatura utilizzata

rivelatore a diffusione AlphaGUARD PQ2000 PRO



*Attrezzatura utilizzata
rivelatore a diffusione AlphaGUARD PQ2000 PRO*



Misure nella “Grotta dei Funghi”

PUNTI DI MISURA

- P1, nella parte più esterna dell'ipogeo
- P2, nella parte più interna dell'ipogeo

PERIODI DI MISURA

- punto P1: 31.10.2006 - 15.11.2006
- punto P2: 06.12.2006 - 18.12.2006

MODALITÀ DI MISURA

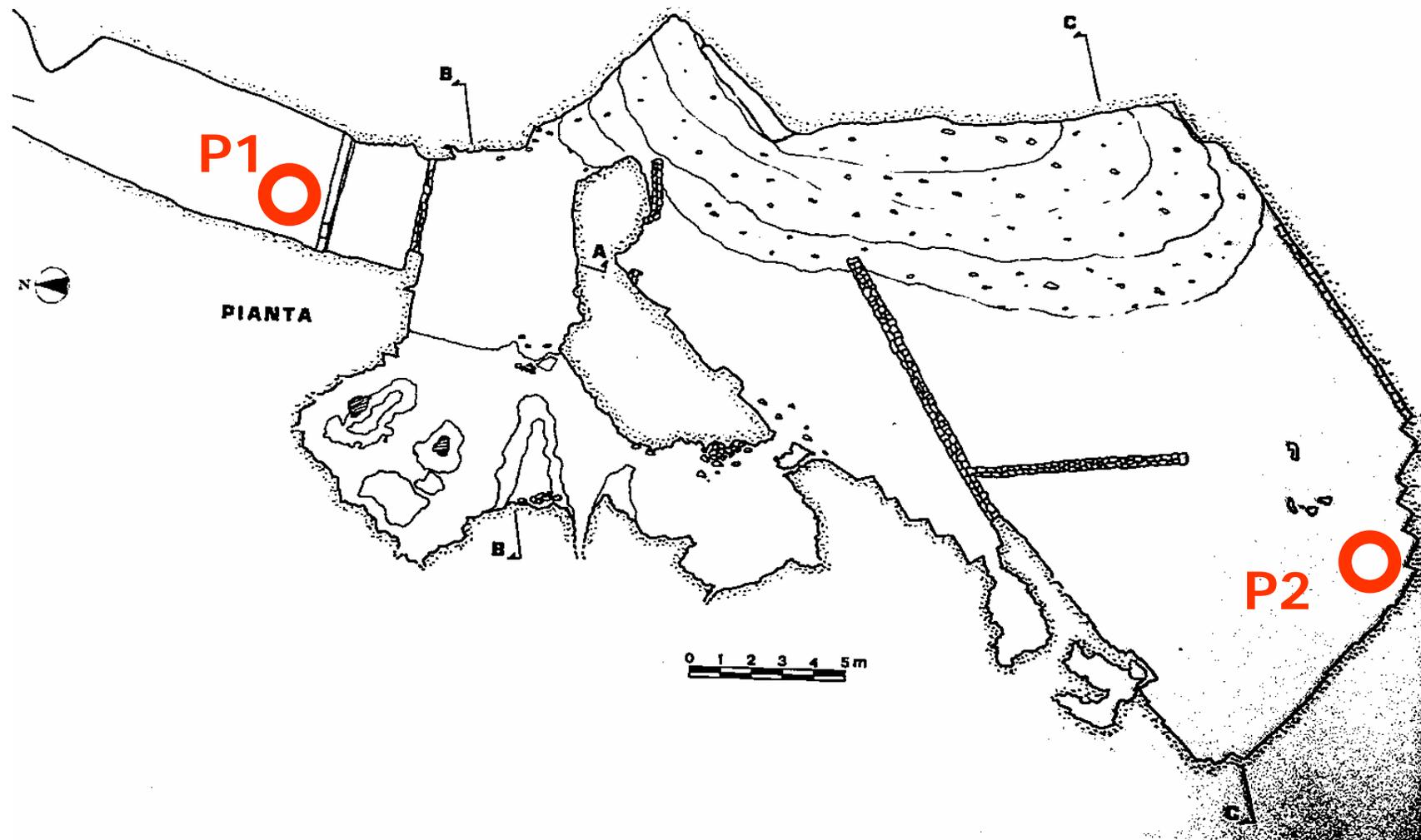
misure in modalità diffusione con una lettura ogni 10 minuti

- concentrazione di radon (Bq/m³)
- temperatura (°C)
- umidità relativa (%)
- pressione atmosferica (mbar)



GROTTA DEI FUNGHI

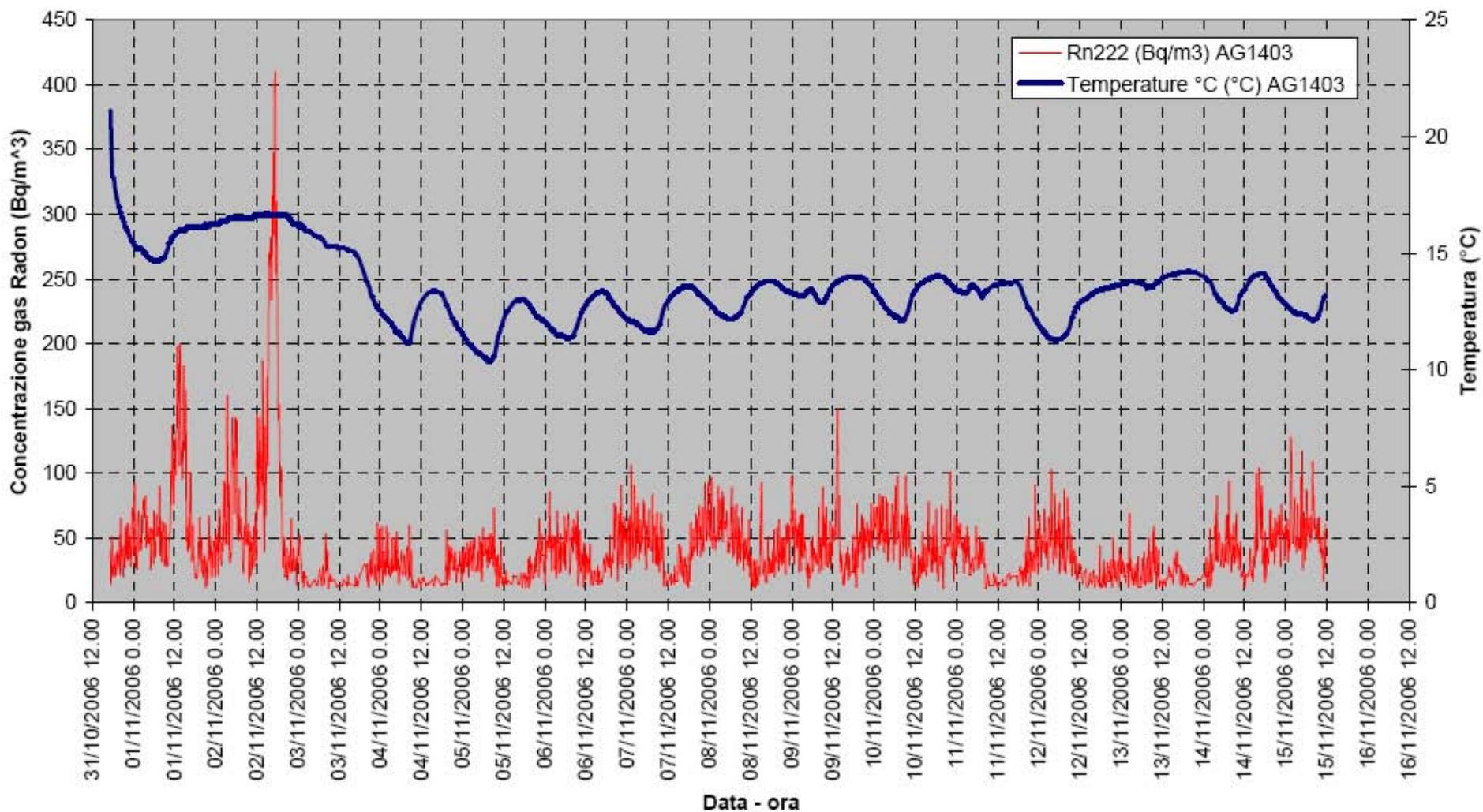
(SI - RG 6067)



Misure nella "Grotta dei Funghi"

punto P1 – radon/temperatura

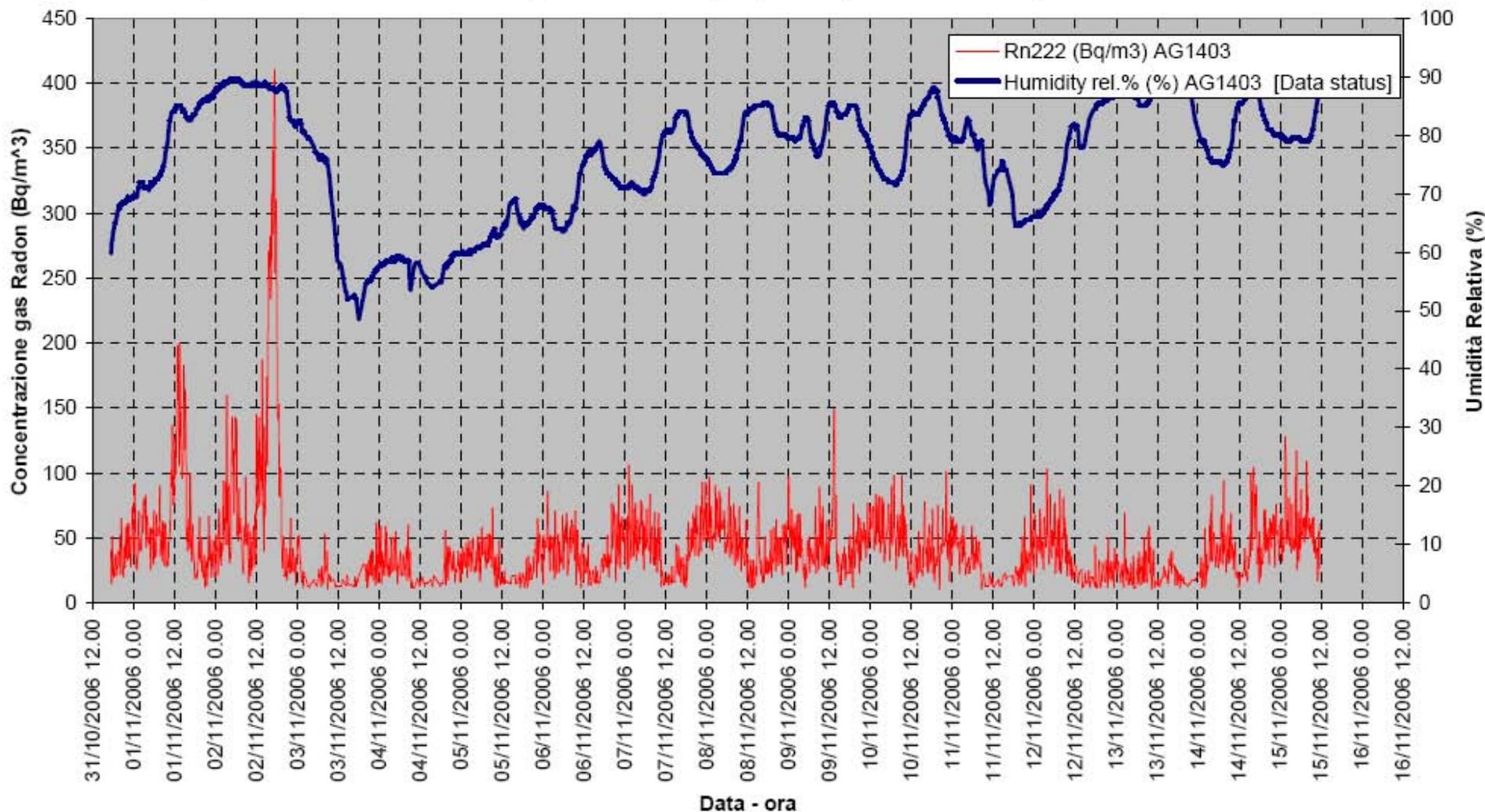
Ragusa -- zona "Grotta dei funghi" ambiente ipogeo P1 (1° setto interno) -- 31 ott / 16 nov 2006



Misure nella "Grotta dei Funghi"

punto P1 – radon/umidità

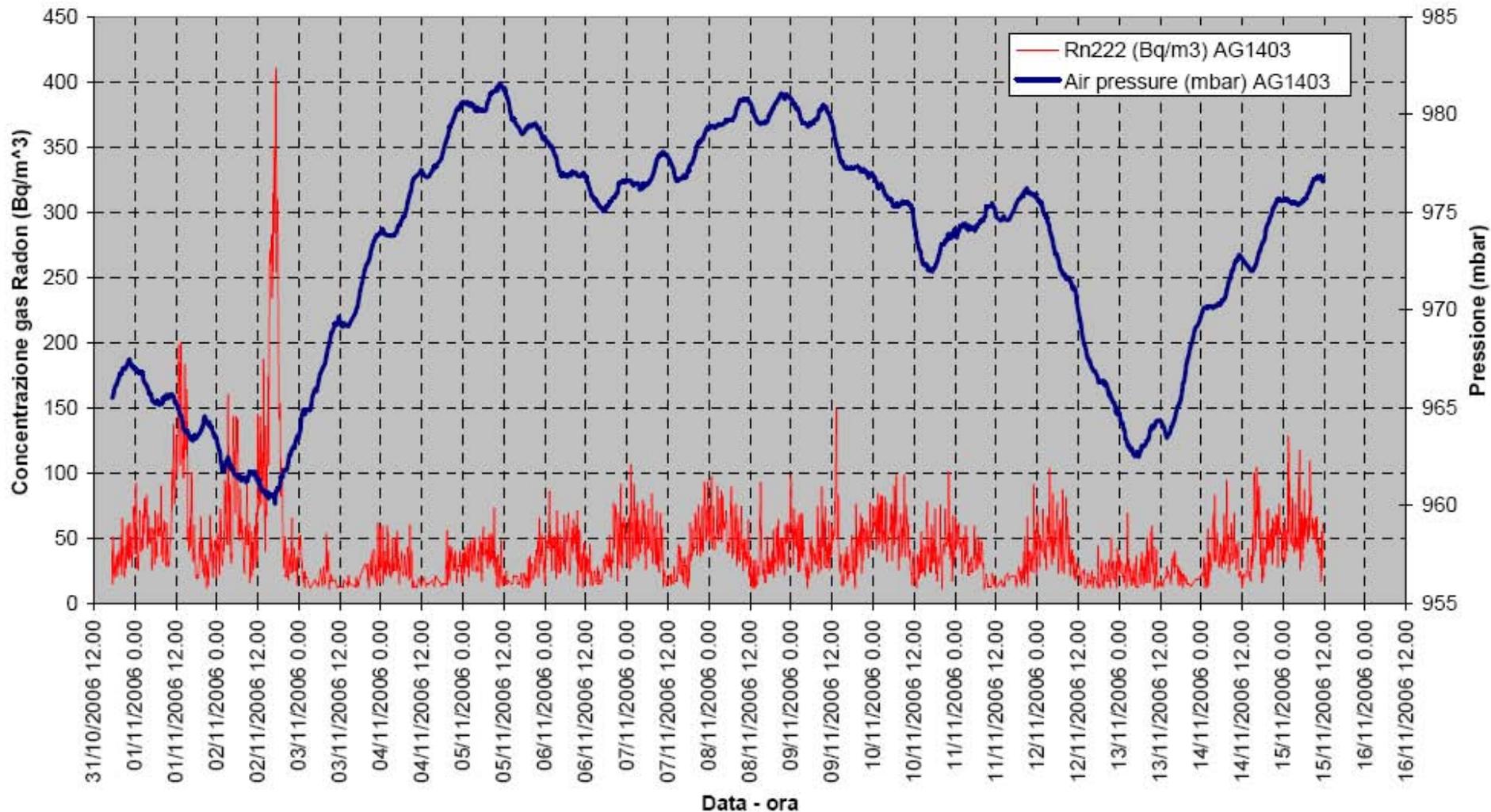
Ragusa -- zona "Grotta dei funghi" ambiente ipogeo P1 (1° setto interno) -- 31 ott / 16 nov 2006



Misure nella "Grotta dei Funghi"

punto P1 – radon/pressione

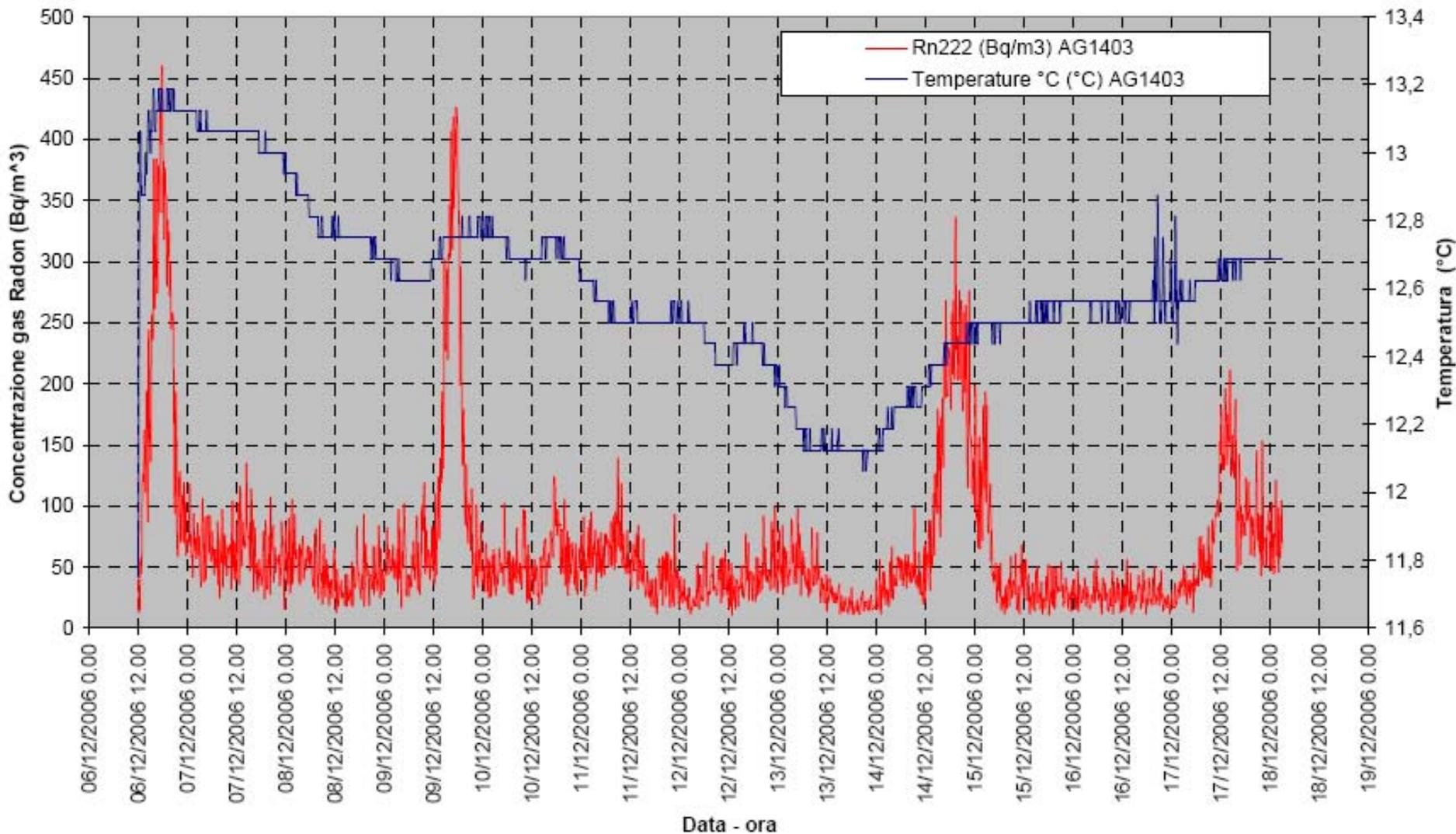
Ragusa -- zona "Grotta dei funghi" ambiente ipogeo P1 (1° setto interno) -- 31 ott / 16 nov 2006



Misure nella "Grotta dei Funghi"

punto P2 – radon/temperatura

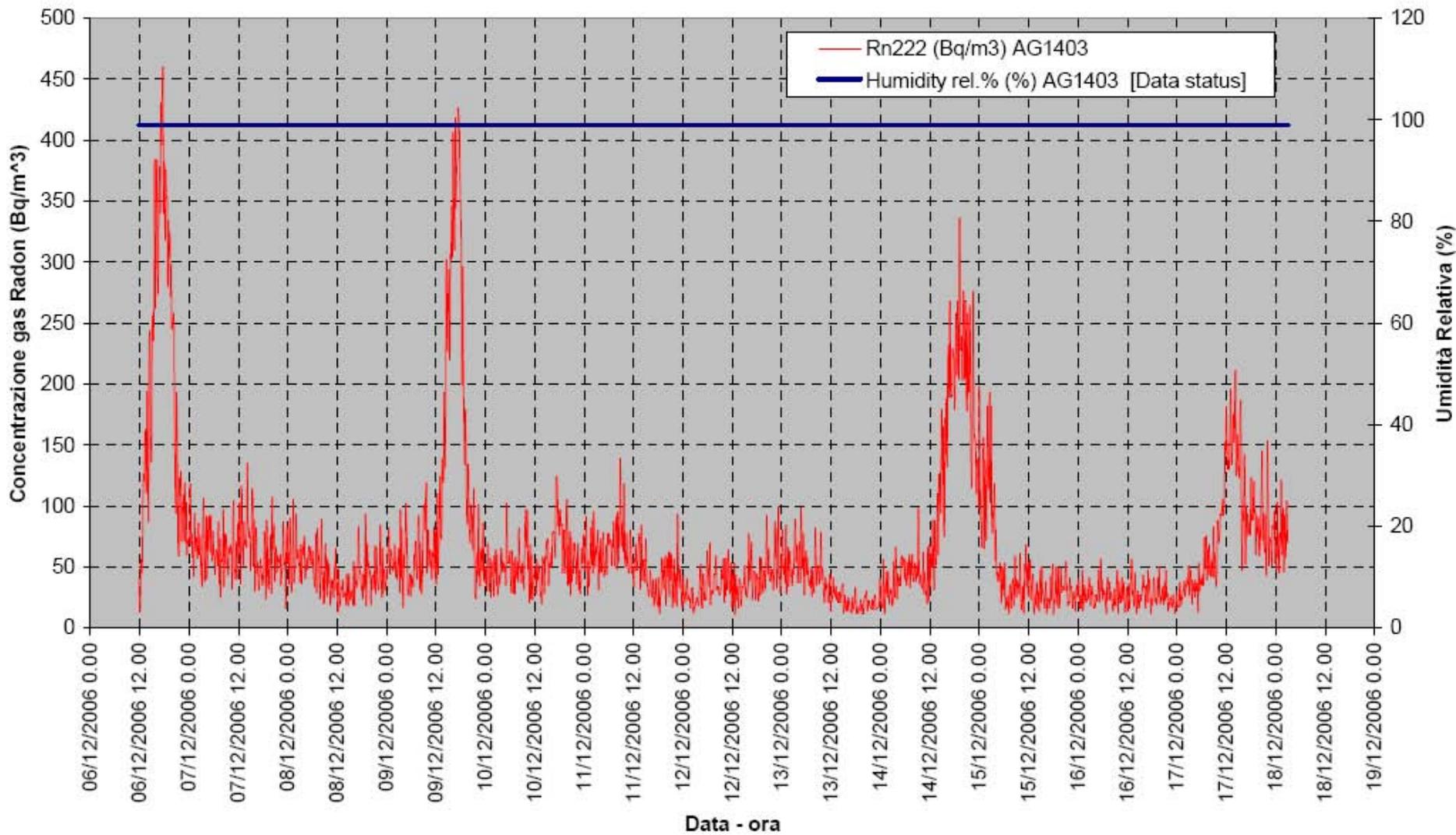
Ragusa -- zona "Grotta dei funghi" ambiente ipogeo P2 (2° setto interno) -- 06 dic / 18 dic 2006



Misure nella "Grotta dei Funghi"

punto P2 – radon/umidità

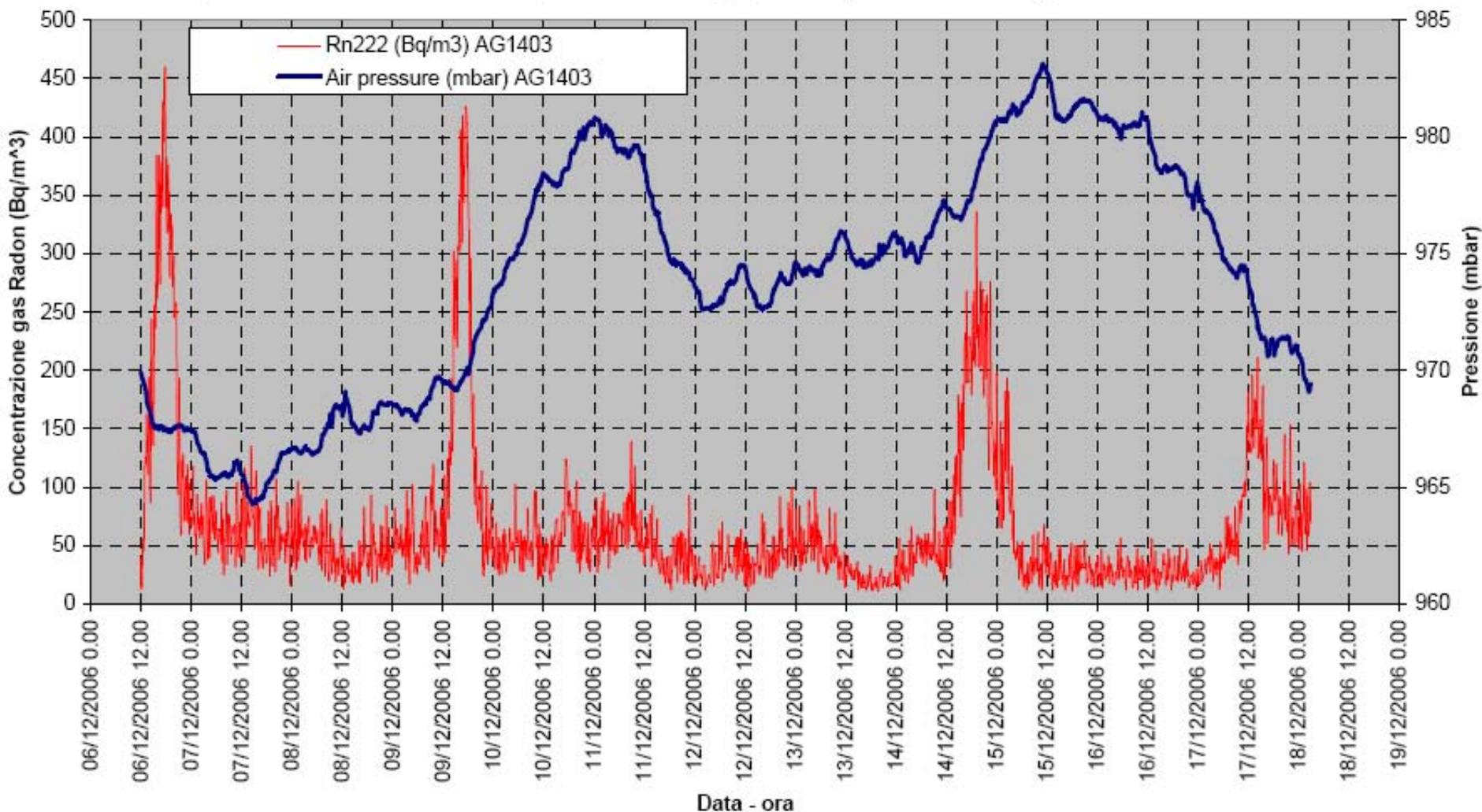
Ragusa -- zona "Grotta dei funghi" ambiente ipogeo P2 (2° setto interno) -- 06 dic / 18 dic 2006



Misure nella "Grotta dei Funghi"

punto P2 – radon/pressione

Ragusa -- zona "Grotta dei funghi" ambiente ipogeo P2 (2° setto interno) -- 06 dic / 18 dic 2006



- Proseguire l'attività di misura e monitoraggio
- Coinvolgere i vari Enti preposti ai controlli ed alla tutela ambientale (A.R.P.A., A.S.L., Protezione Civile, ecc.)
- Monitorare il radon per eventuale apertura di grotte a scopo turistico
- Diffondere i dati acquisiti
- Realizzare campagne di informazione

Grazie per la vostra attenzione...