

Come misurare il radon e come ridurre i problemi



Enrico Chiaberto ARPAPiemonte
Cuneo 16 febbraio 2013

1

TIPOLOGIA DI MISURA

Misura integrata

Si misura la media della concentrazione radon in un certo periodo di tempo.

È utile per valutazioni dell'esposizione complessiva al radon e per caratterizzazioni territoriali

Misura istantanea

Fornisce il valore in un dato istante.

È utile per cercare i punti precisi in cui il radon entra nell'edificio

Misura in continuo

Fornisce l'andamento nel tempo della concentrazione

Utile per studio emanazione da materiali, studio azioni di rimedio e verifica dell'efficacia. Spesso si abbinano misure di temperatura umidità e pressione atmosferica interna ed esterna.

2

TIPOLOGIA DI STRUMENTAZIONE

Strumentazione passiva

Il radon diffonde naturalmente all'interno dello strumento di misura
Non necessitano di alimentazione elettrica

Strumentazione attiva

Il radon diffonde o è forzato (flusso d'aria), all'interno dello strumento di misura.
Necessitano di alimentazione elettrica

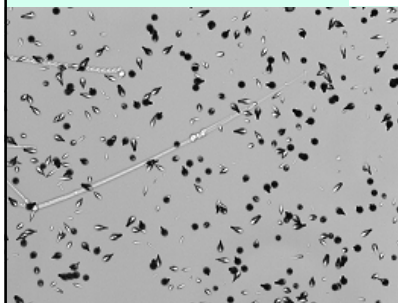
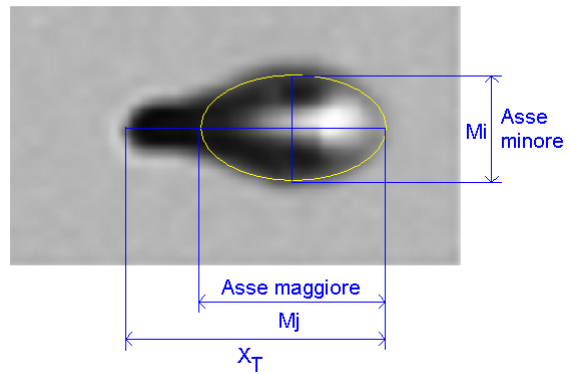
3

I più noti strumenti passivi per la misura del radon sono i dosimetri

Restano esposti nel luogo scelto
per periodi lunghi
tipicamente un anno
per mediare sulle fluttuazioni
giornaliere e stagionali

4

Rivelatori a tracce



elettreti



camera a ionizzazione di materiale
plastico conduttore più un elettrete
costituito da un disco di teflon carico
elettrostaticamente

Il gas radon diffonde all'interno della camera a ionizzazione al cui ingresso è posto un filtro che impedisce l'entrata ai figli del radon.

Le particelle α prodotte dal decadimento del radon e dei suoi figli, ionizzano l'aria.

Gli ioni positivi vengono raccolti e neutralizzati dalla parete della camera

Gli ioni negativi sono raccolti dall'elettrete e ne provocano una diminuzione della carica elettrostatica.

7

I dosimetri forniscono la
concentrazione media di attività in un
dato periodo di misura

Per misurare la media annuale in
genere si divide il periodo in due
semestri utilizzando 2 dosimetri

Il risultato
della misura si esprime in
 Bq/m^3

8

Posizionamento dosimetri

- **ad una altezza dal pavimento di circa 1,5 m eventualmente appeso alle pareti o posato su un mobile o scrivania;**
- **lontano dalle finestre e dalle porte;**
- **lontano da fonti di calore e dalla luce diretta;**
- **non al chiuso dentro armadi o cassette;**
- **prediligendo i locali maggiormente frequentati ed evitando se possibile bagni, corridoi, sottoscala dove la misura è meno significativa.**

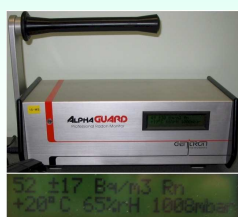
9

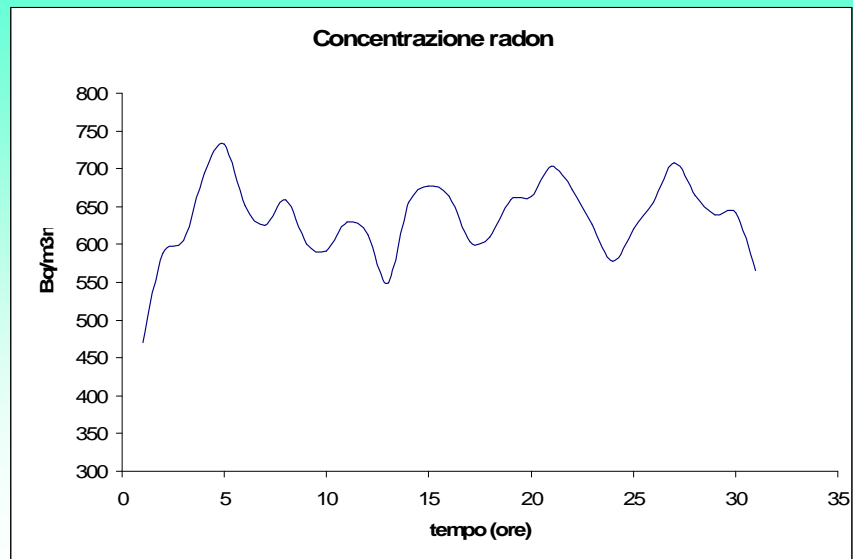
Strumentazione attiva

Camere a ionizzazione

Camere a scintillazione celle
di Lucas

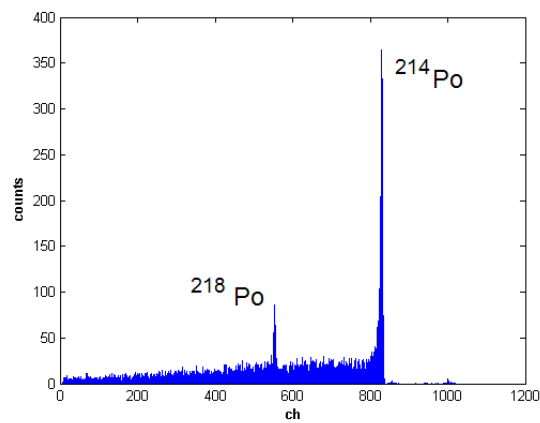
barriera di superficie di
silicio





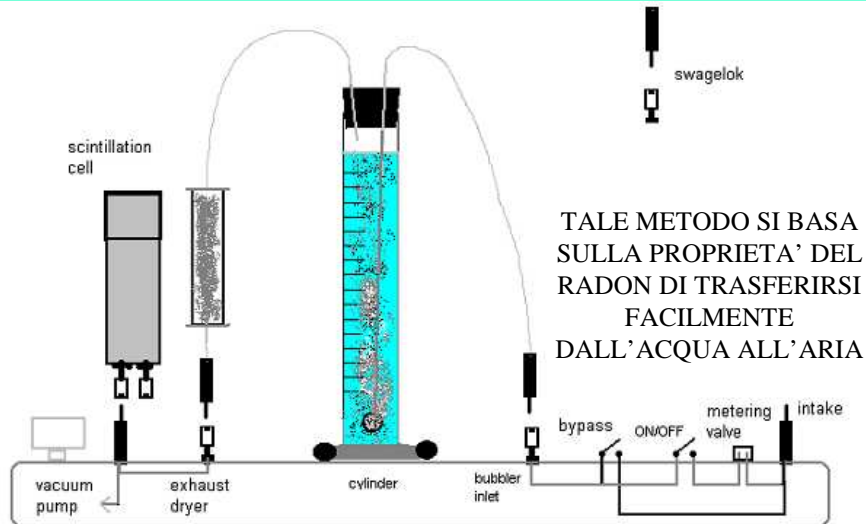
11

I rivelatori a barriera superficiale di silicio sono spesso impiegati come spettrometri:
 fattore di equilibrio e dose



12

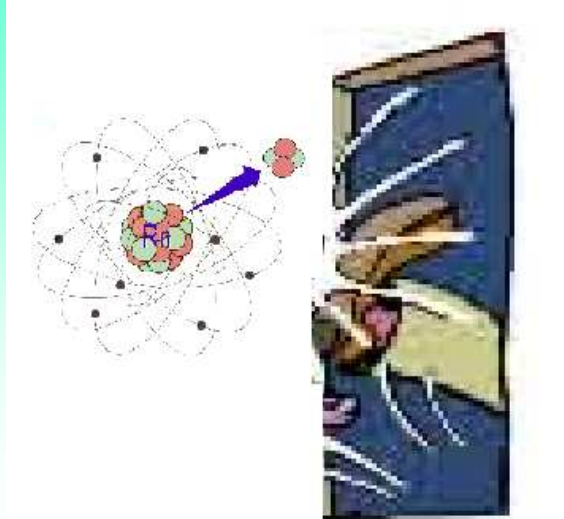
La misura del radon in acqua



- Il metodo è basato sul degassamento di un certo quantitativo di acqua
- Il degassamento avviene facendo gorgogliare aria nella colonna contenente l'acqua tramite una pietra porosa.
- L'aria passando attraverso l'acqua preleva il radon disciolto in essa (efficienza 90%)
- Per richiamo l'aria è poi trasferita nella cella di Lucas dove è stato preventivamente creato il vuoto (cella a scintillazione).
- Al termine del degassamento la cella viene accoppiata ad un fotomoltiplicatore per il conteggio.
- Dal conteggio si ottiene successivamente la concentrazione di radon.



Azioni di rimedio



15



*Se elimino il radon di conseguenza
scompaiono anche i figli*

*Il radon non produce una
contaminazione permanente*

16

In linea generale tutti i metodi più efficaci di bonifica sono basati su due principi:

1. Evitare l'accumulo del radon

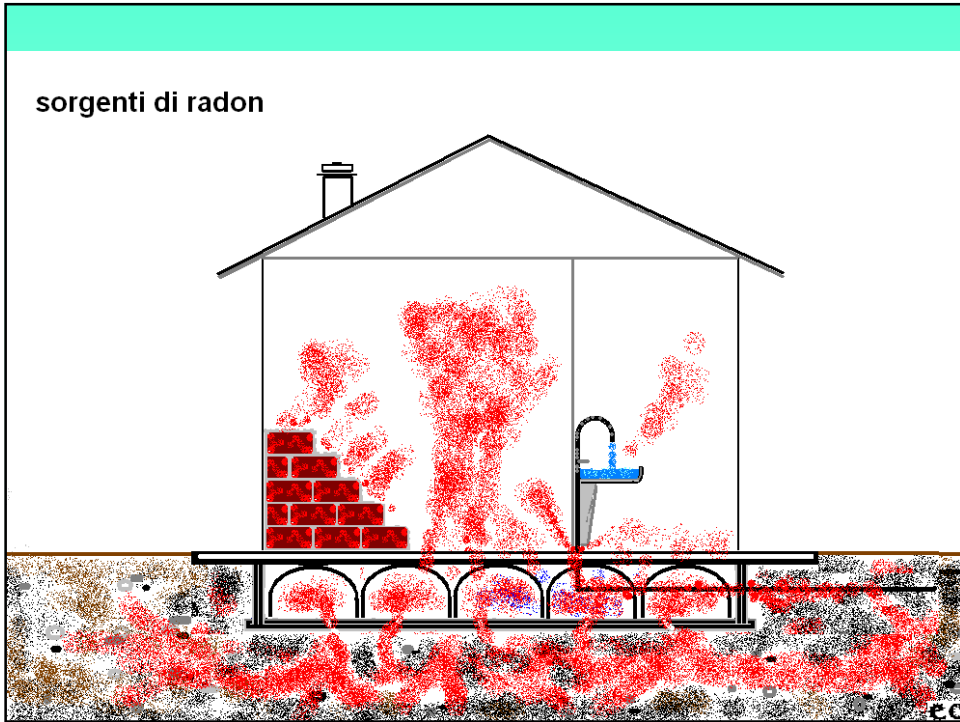
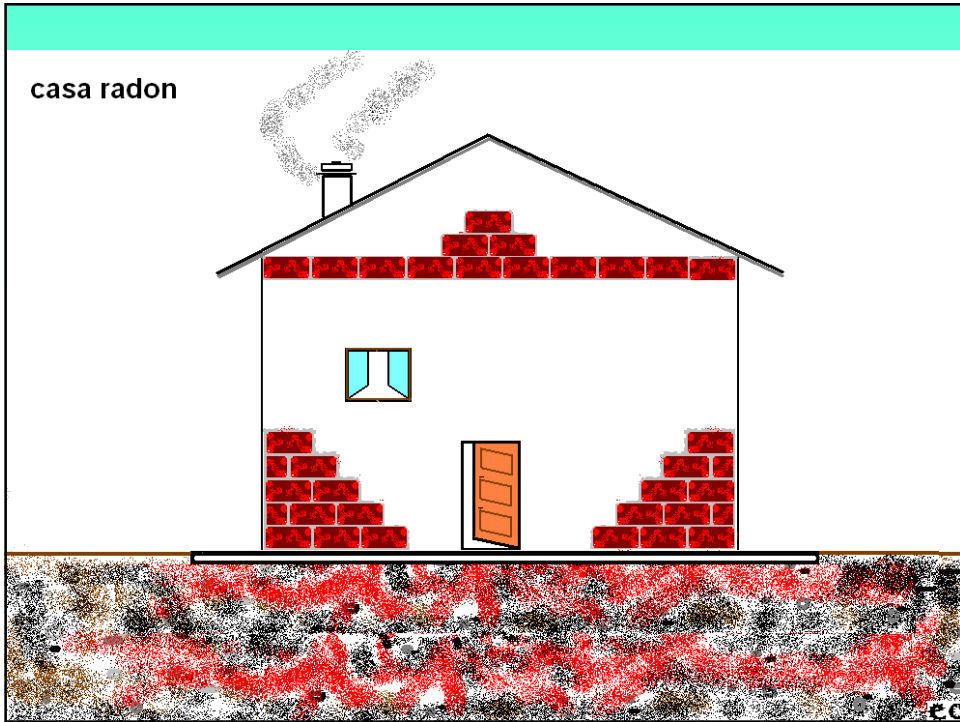
2. Impedirne l'ingresso

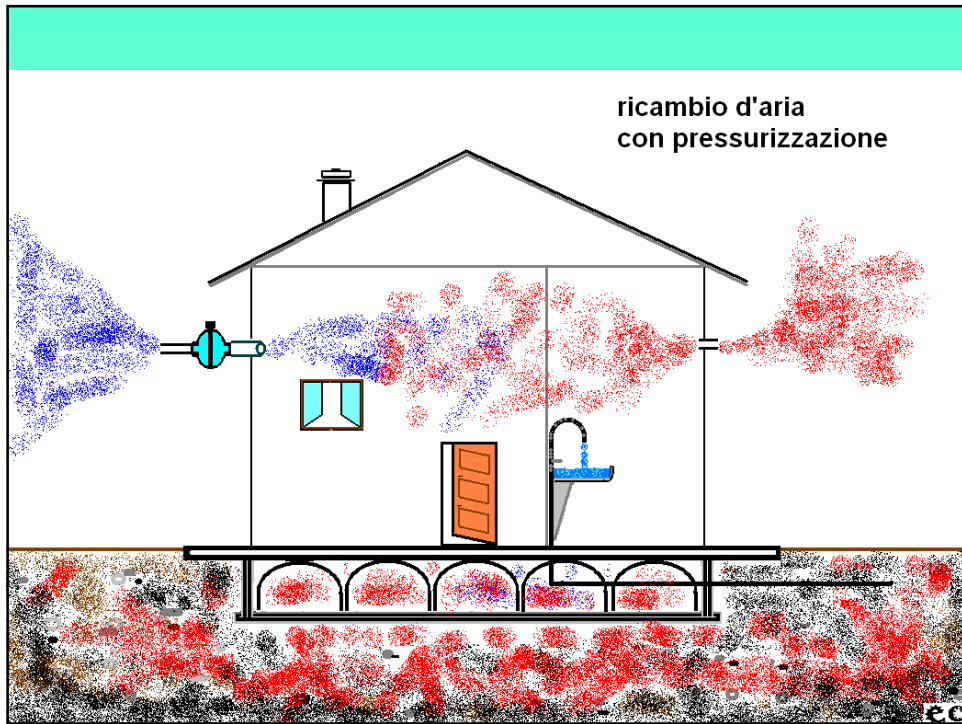
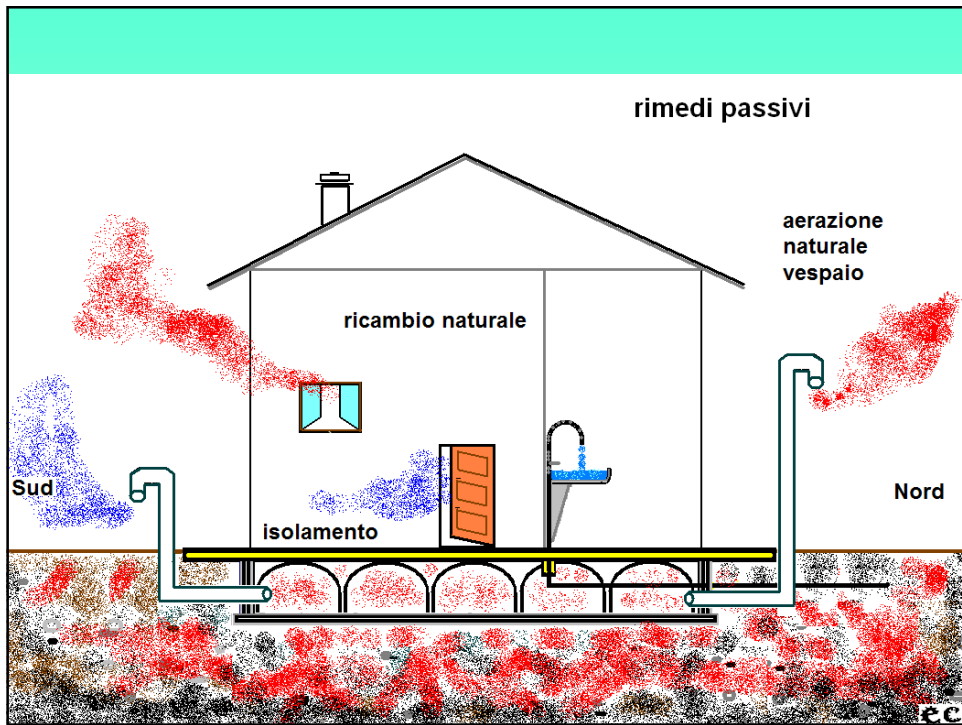
17

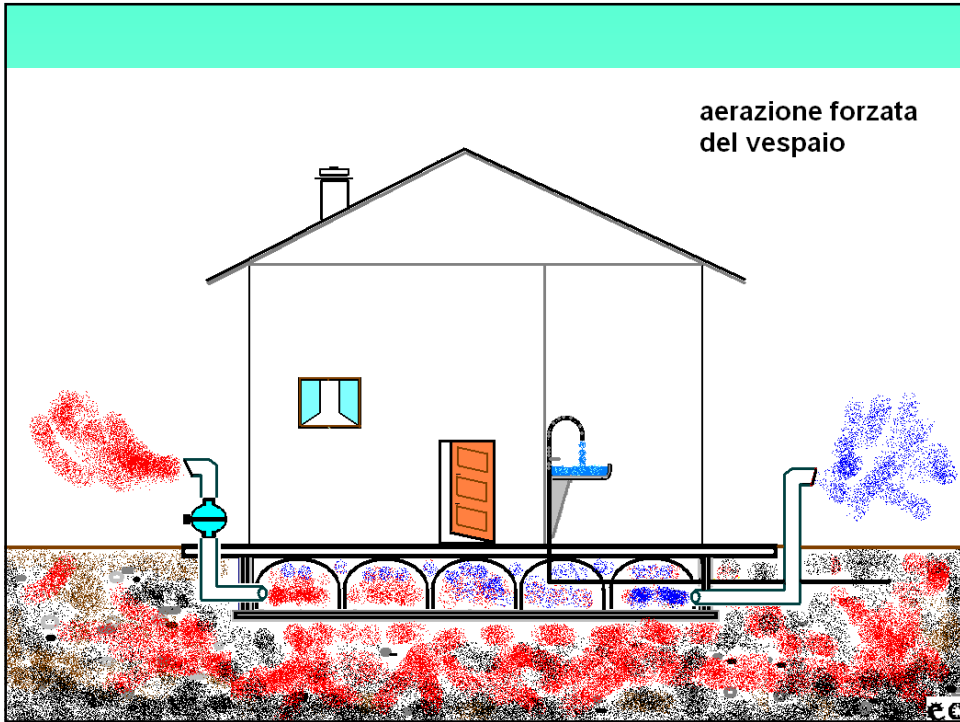
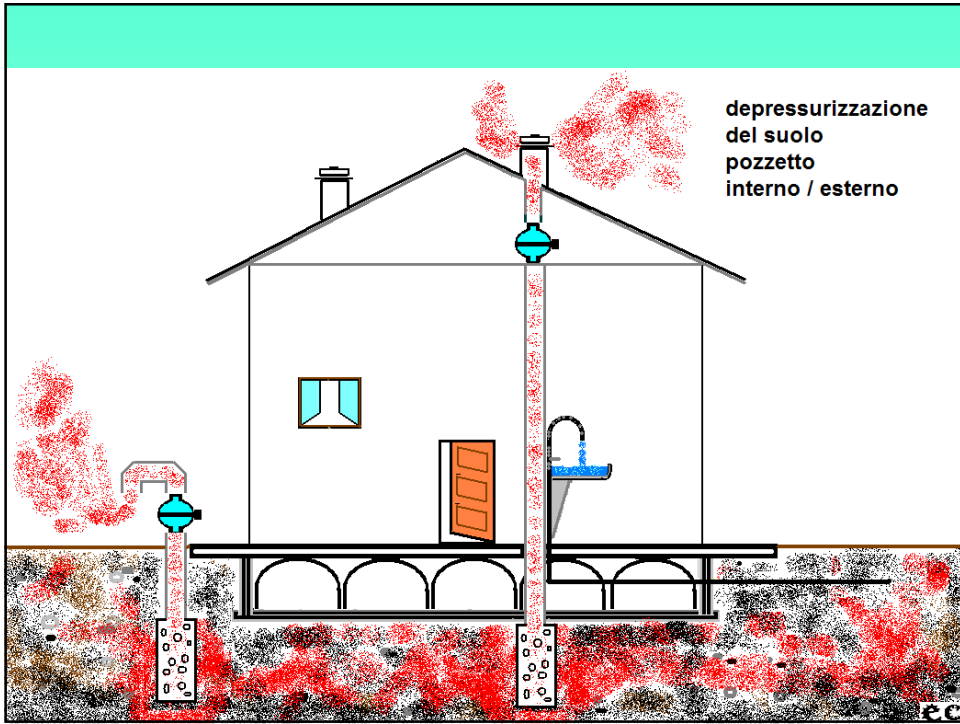
Si distinguono in

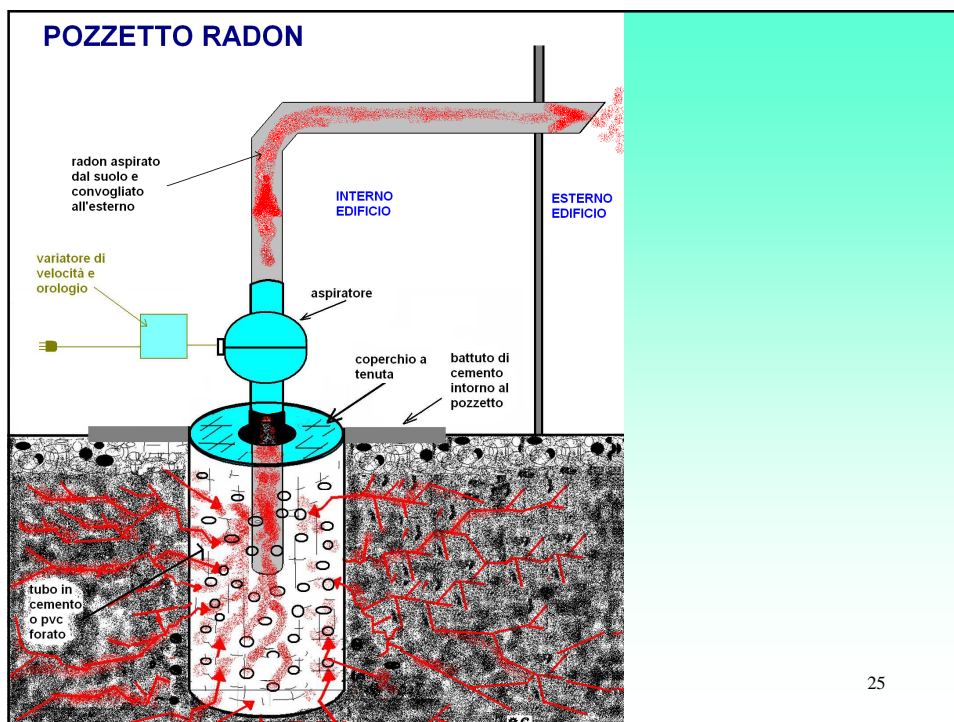
- naturali – passivi (no dispositivi elettrici)
- artificiali – attive (ventilatori...)

18









Esempio 1

IL RADON IN UN'ABITAZIONE

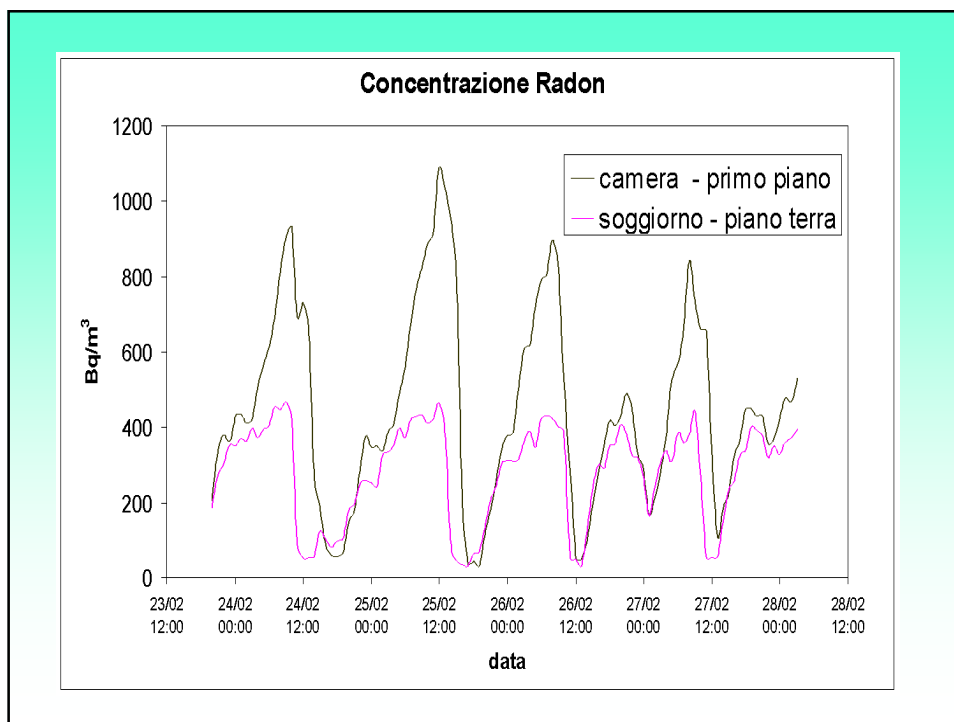
Concentrazioni radon

1126 Bq/m³ (inverno)

289 Bq/m³

(estate)

Dimensione dell'abitazione
elevata



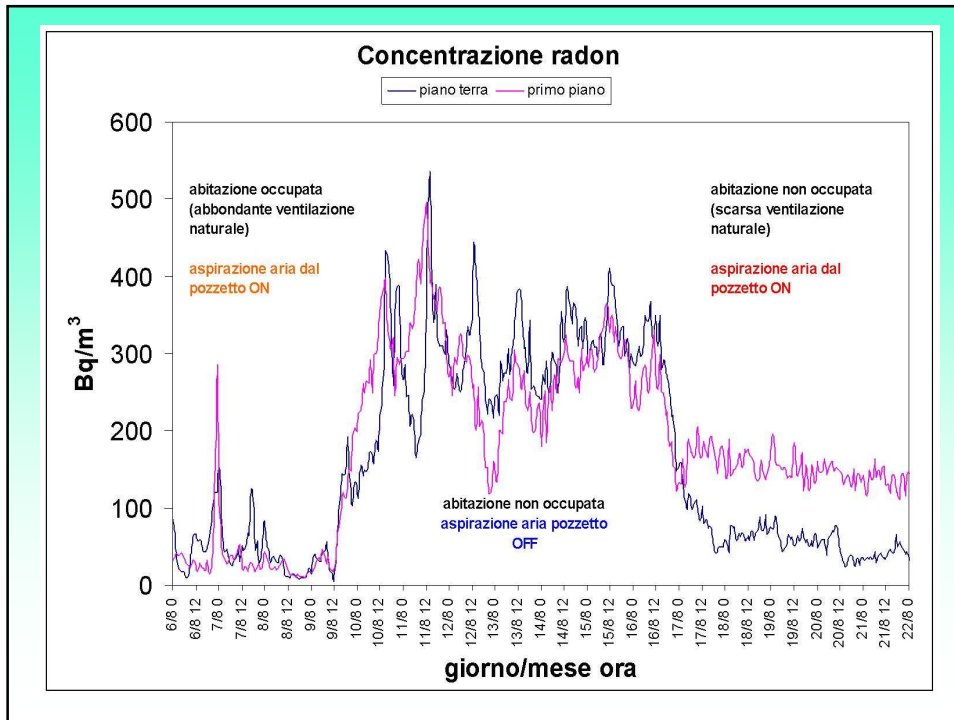
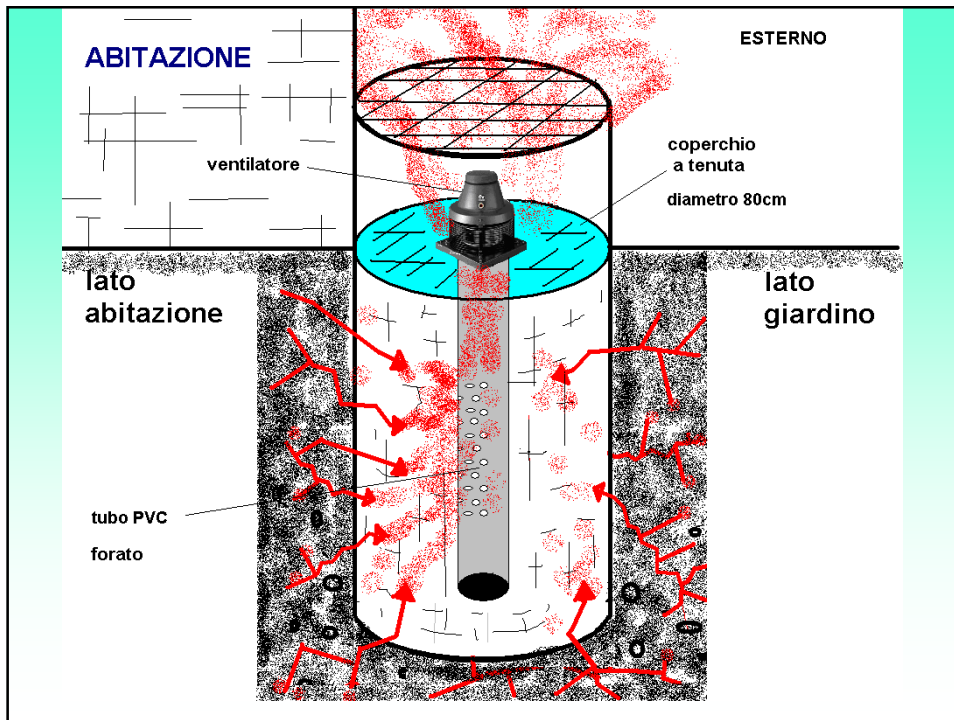
Azione di rimedio

“pozzetto radon”

Risultati

82% al piano terra

47% al primo piano



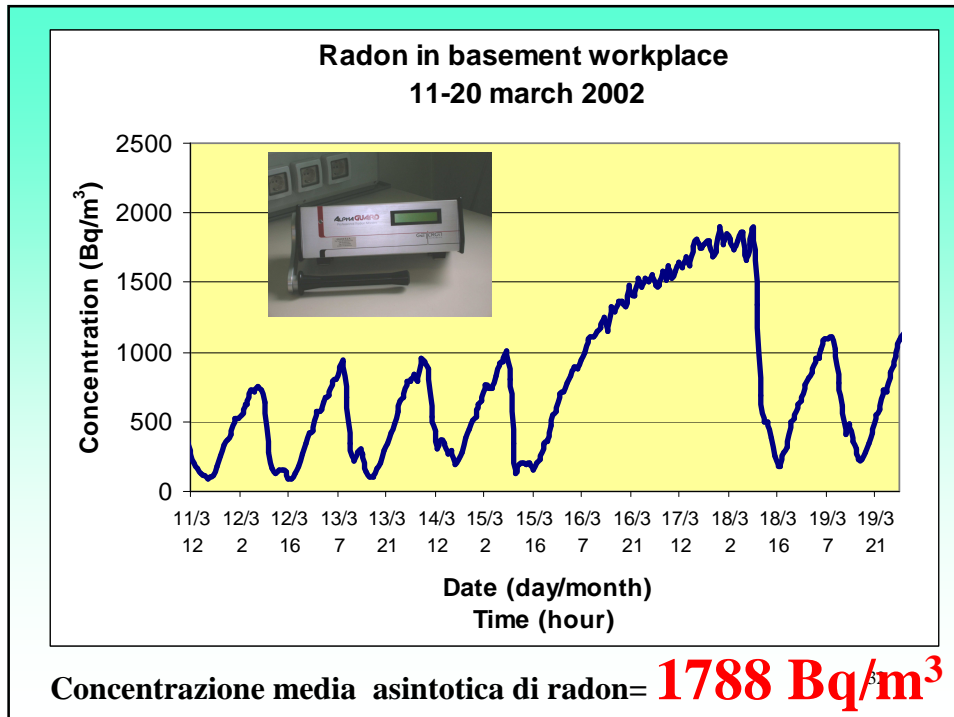
esempio 2

Luogo di lavoro
seminterrato (per l'80%)

Concentrazione radon

>> 500 Bq/m³

31



L'azione di rimedio

Ventilatore:

250 W

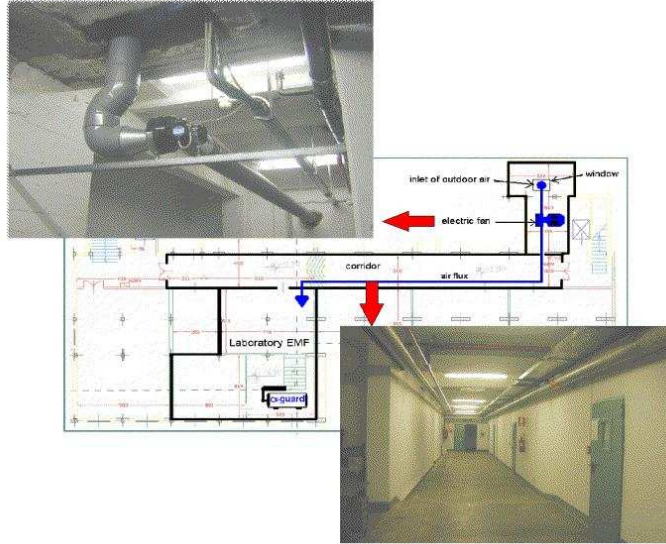
220 V 50 Hz

**Flusso di aria
immessa:**

0.152 m³/s

**Ricambio
d'aria:**

1.08 h⁻¹



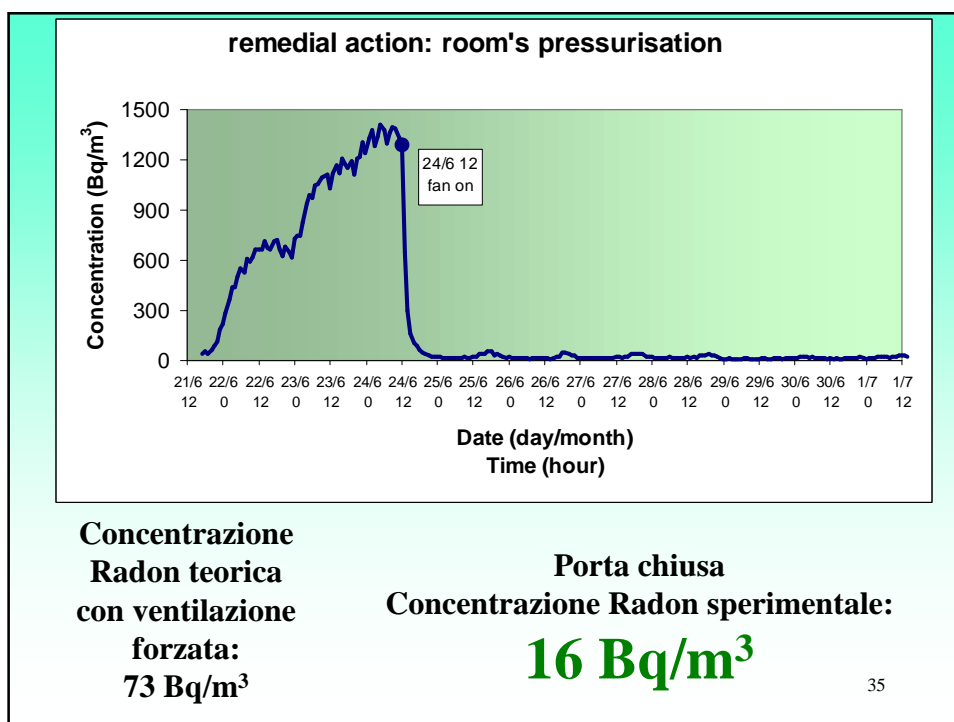
equazioni utili per il
dimensionamento dell'azione di rimedio

$$\frac{dN}{dt} = -(\lambda + \lambda^*)N + \frac{E}{V} \quad (1) \quad \text{ventilazione naturale}$$

$$C(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \lambda^*} \frac{E}{V} \left(1 - e^{-(\lambda + \lambda^*)t} \right) \quad (2)$$

$$\left(\frac{dC}{dt} \right)_0 = \lambda \frac{E}{V} \quad (3)$$

$$\frac{dN}{dt} = -(\lambda + \lambda_{forced}^*)N + \frac{e_{total}}{\lambda V} \quad (4) \quad \text{ventilazione forzata}$$



Risultato

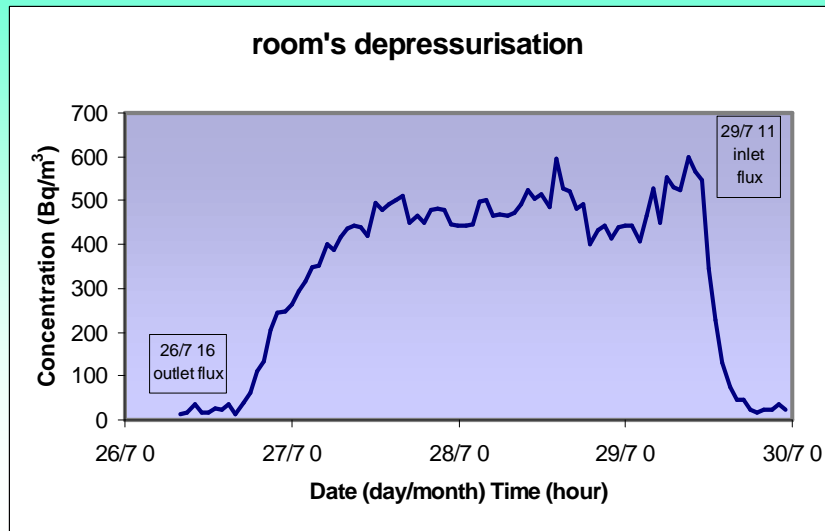
valore teorico (73 Bq/m³)
>
valore sperimentale (16.5 Bq/m³)

↓

Il sistema adottato
non agisce soltanto mediante ricambio d'aria
ma limita l'ingresso del radon dal suolo nel locale

36

Stesse condizioni di ventilazione
invertendo il flusso d'aria



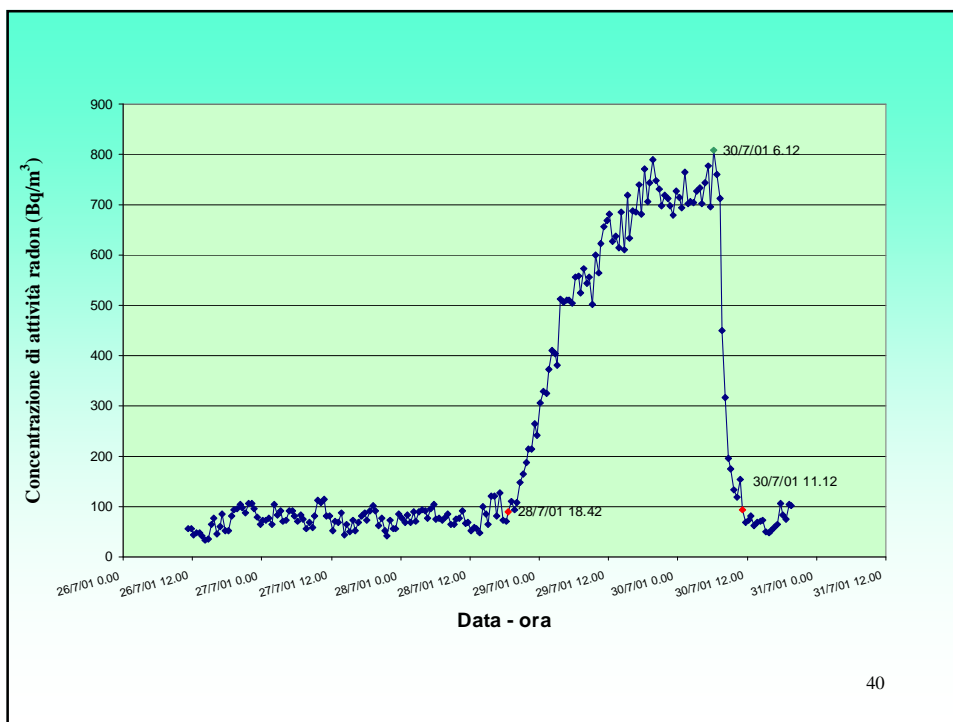
Esempio 3

**Miniera
dotata di impianto di aerazione
non attivo nel fine settimana**

- Nussun dubbio sul fatto che una miniera è un luogo di lavoro interrato obbligo della misura: Radon 800 Bq/m^3)

- È già presente un sistema di ventilazione per scopi diversi dalla mitigazione del radon

39

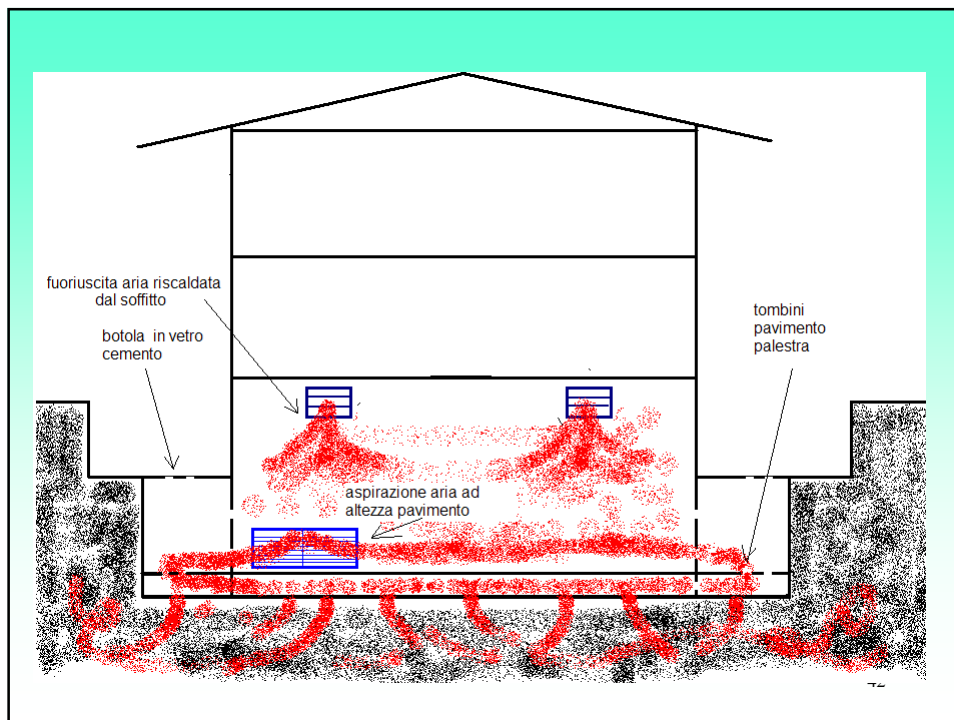


40

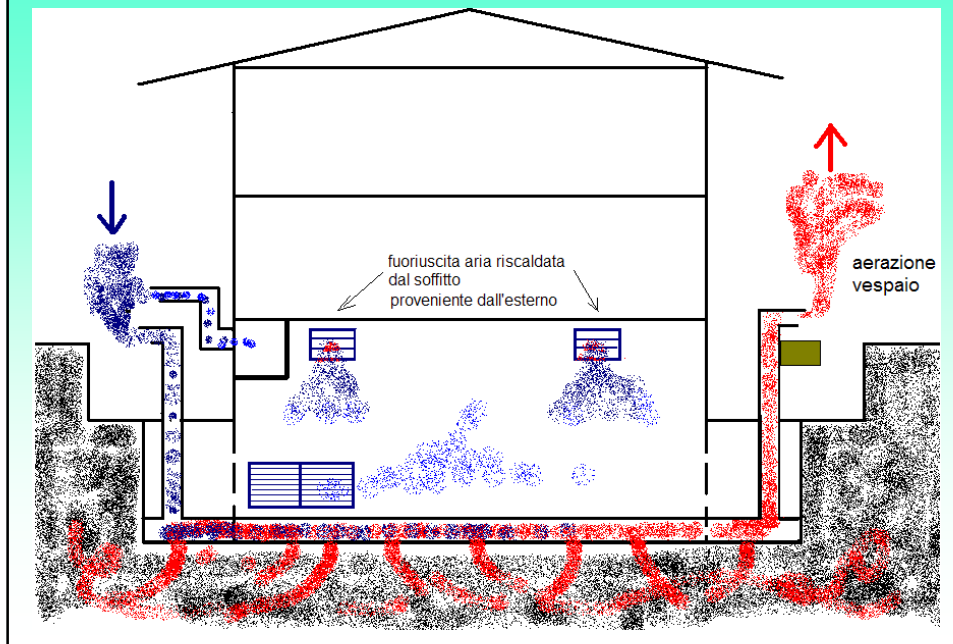
Esempio 3

Palestra di una scuola con un singolare
impianto di aerazione

41



Intervento proposto



Esempio 4

Palestra di una scuola

Rimedio installazione aspiratore per
immissione aria esterna :
ricambio e pressurizzazione



Azione di rimedio: utile
combinazione di:

- ventola
- timer
- variatore di velocità

45

PUNTO DI MISURA	DATA INIZIO	DATA FINE	CRn (Bq/m ³)	DATA INIZIO	DATA FINE	CRn (Bq/m ³)
	PRIMA DELL'INTERVENTO DI BONIFICA			DOPO L'INTERVENTO DI BONIFICA		
Palestra seminterrato	05/02/09	23/04/09	1383 ± 95	23/04/09	19/05/09	318 ± 31
rampa scale	05/02/09	23/04/09	958 ± 61	23/04/09	19/05/09	368 ± 33
Atrio PT	05/02/09	23/04/09	158 ± 12	23/04/09	19/05/09	142 ± 23
aula PT	05/02/09	23/04/09	196 ± 14	23/04/09	19/05/09	189 ± 27
aula PT	05/02/09	23/04/09	101 ± 8	23/04/09	19/05/09	110 ± 21
Aula PT	05/02/09	23/04/09	86 ± 8	23/04/09	19/05/09	172 ± 34
Aula PT	05/02/09	23/04/09	423 ± 33	23/04/09	19/05/09	184 ± 38
Dormitorio PT	05/02/09	23/04/09	376 ± 25	23/04/09	19/05/09	167 ± 24

46

Esempio 5

Scuola:

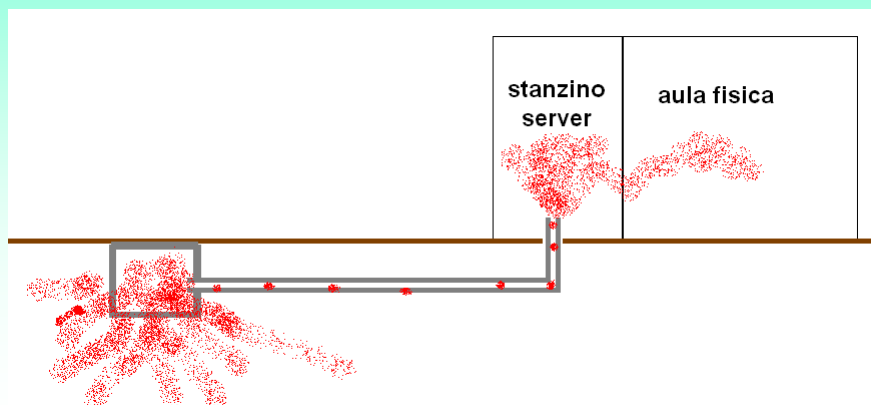
edificio nuovo e interamente al piano terra

Nell'aula di fisica media radon 800 Bq/m^3

Rimedio: sigillatura canaline porta cavi

47

Ricerca delle sorgenti di radon



Intervenendo con schiuma di poliuretano

Locale	Concentrazione media di attività Rn (Bq/m ³)	Concentrazione media di attività Rn (Bq/m ³)
	Vie d'accesso radon libere	Vie d'accesso radon sigillate
stanzino server	931	222
aula fisica adiacente	478	33

49

Esempio 6

Stanzino magazzino con alte concentrazioni
Poco frequentato

50

rimedio



51

Più in generale

Strategia con miglior rapporto costi e benefici:
occorrerebbe inserire negli strumenti
urbanistici (piani regolatori, regolamenti
edilizi...) la prescrizione di adottare
semplici e economici accorgimenti
preventivi (vedi Raccomandazione Piano
Nazionale Radon)

52