



Codice ID: 13877322 Radical Radon

Il Radon: risultati e prospettive maturate nel contesto del Progetto Interreg RADICAL

GIORNATA DI STUDIO

30 aprile 2014

Teatro Regina Margherita Piedicavallo (BI)

Esperienze di bonifica del radon

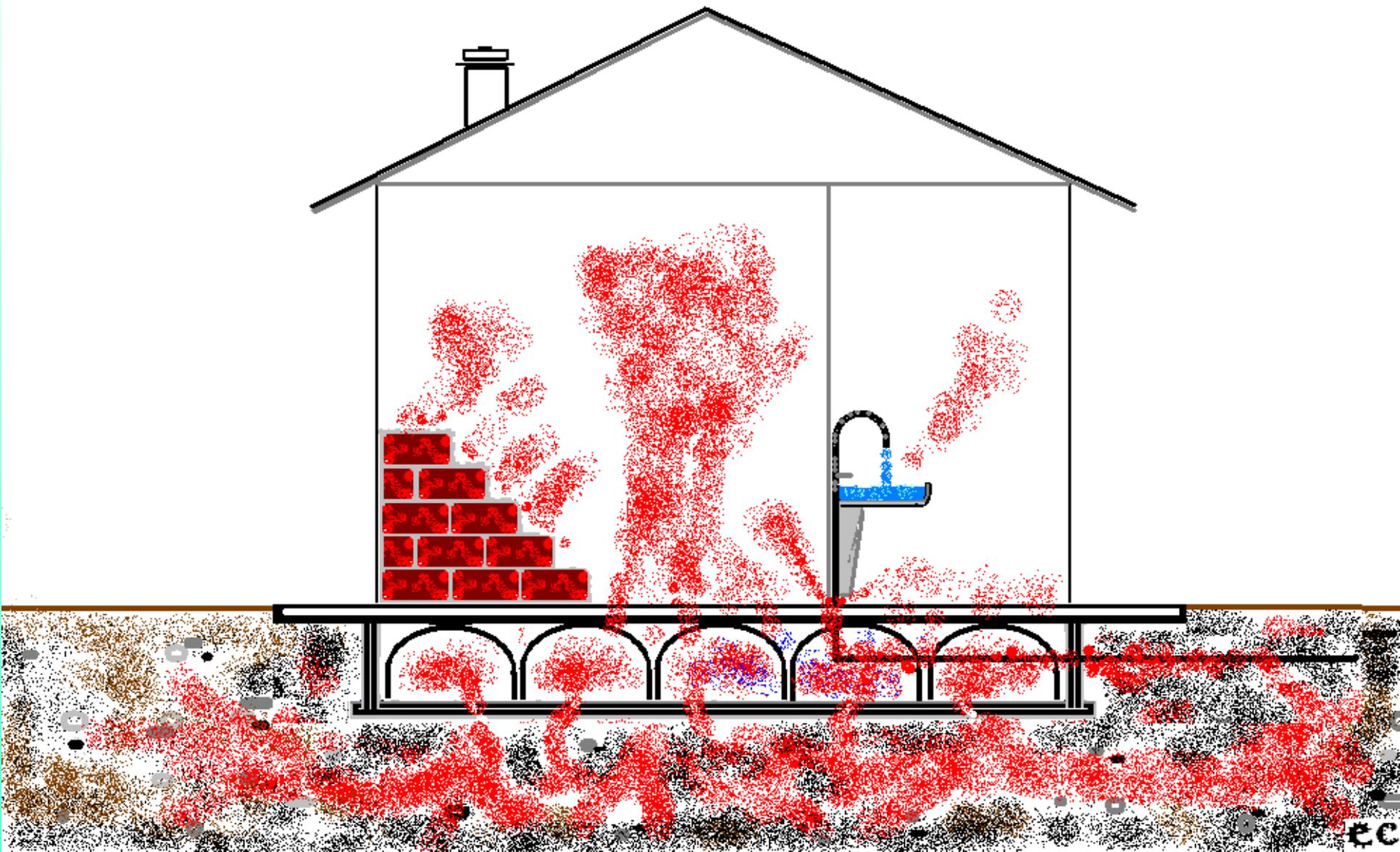
Enrico Chiaberto ARPA Piemonte

Nell'ambito del progetto RADICAL
sono state effettuate numerose
misure di radon in edifici in cui si è
evidenziata la
presenza del radon

Da qui la necessità di approfondire e
sviluppare appropriate metodologie
per intraprendere le
azioni di bonifica

Perché abbiamo il radon in casa?

sorgenti di radon





*Il radon non crea
una contaminazione permanente:*

*se elimino il radon scompare per
decadimento anche la radioattività che
esso stesso produce ...*

Azioni di rimedio

**In linea generale tutti i
metodi più efficaci di bonifica
sono basati su principi meno
“distruttivi”:**

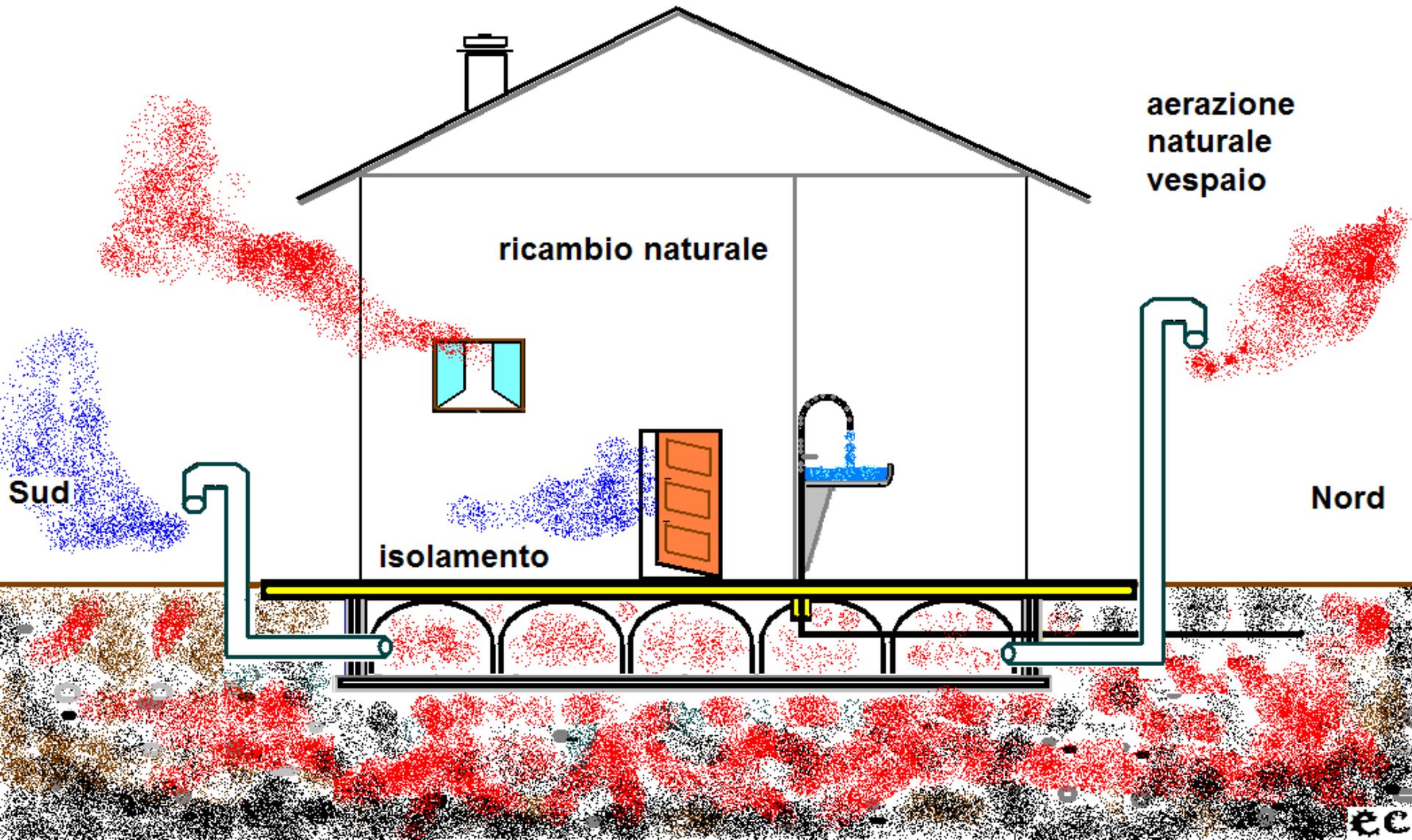


Evitare l'accumulo

Impedire l'ingresso

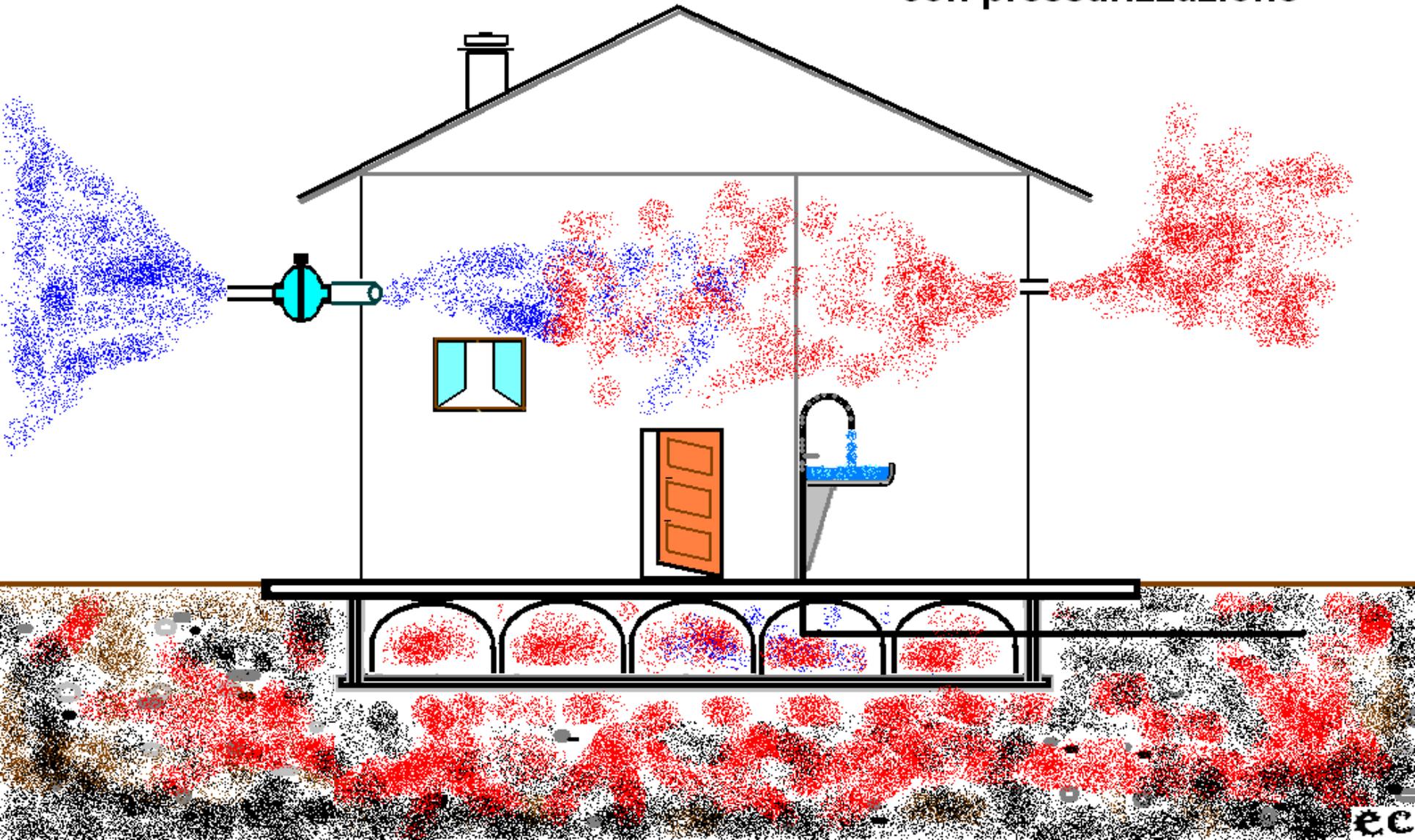
Rimedi passivi

rimedi passivi



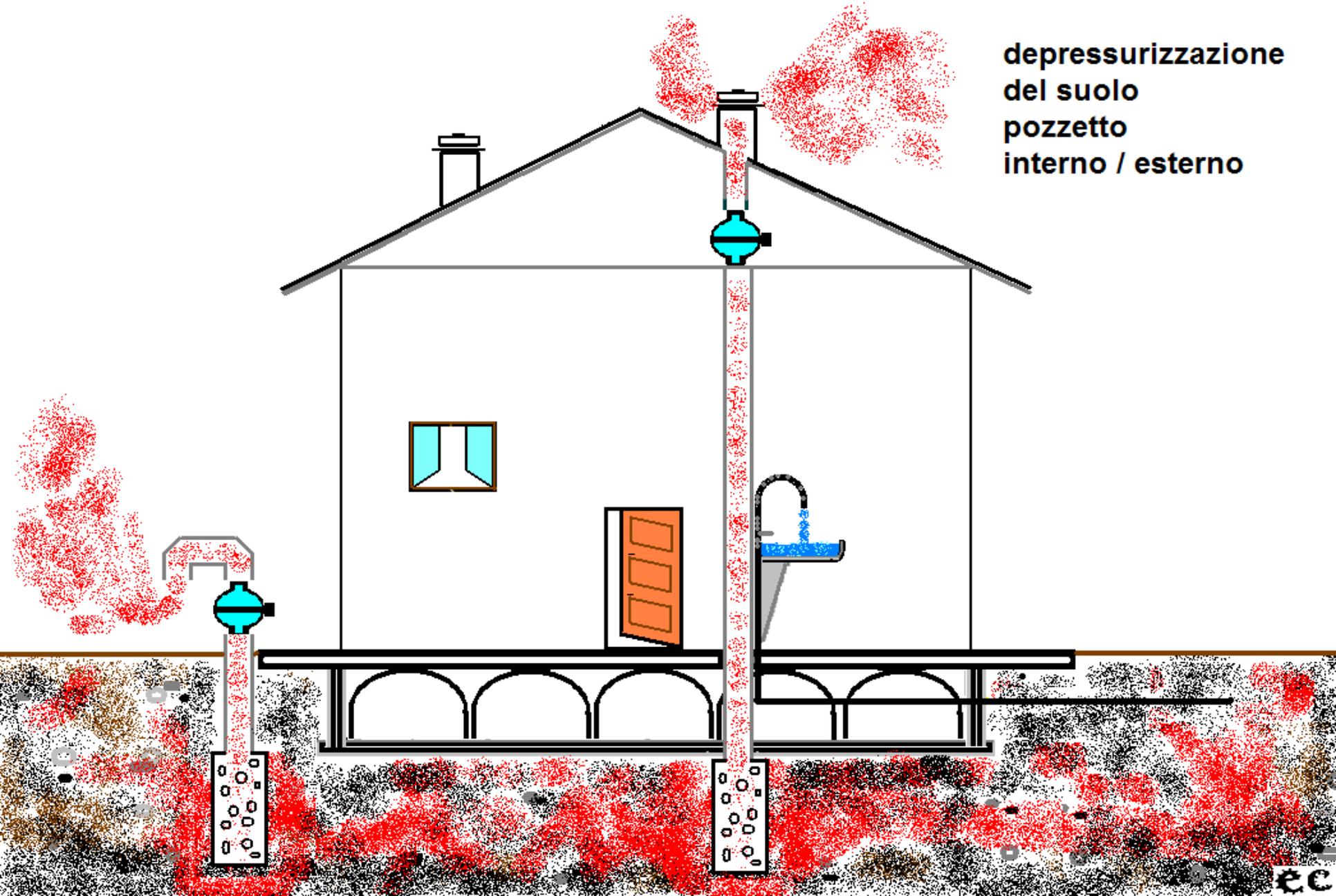
Rimedi attivi

ricambio d'aria
con pressurizzazione



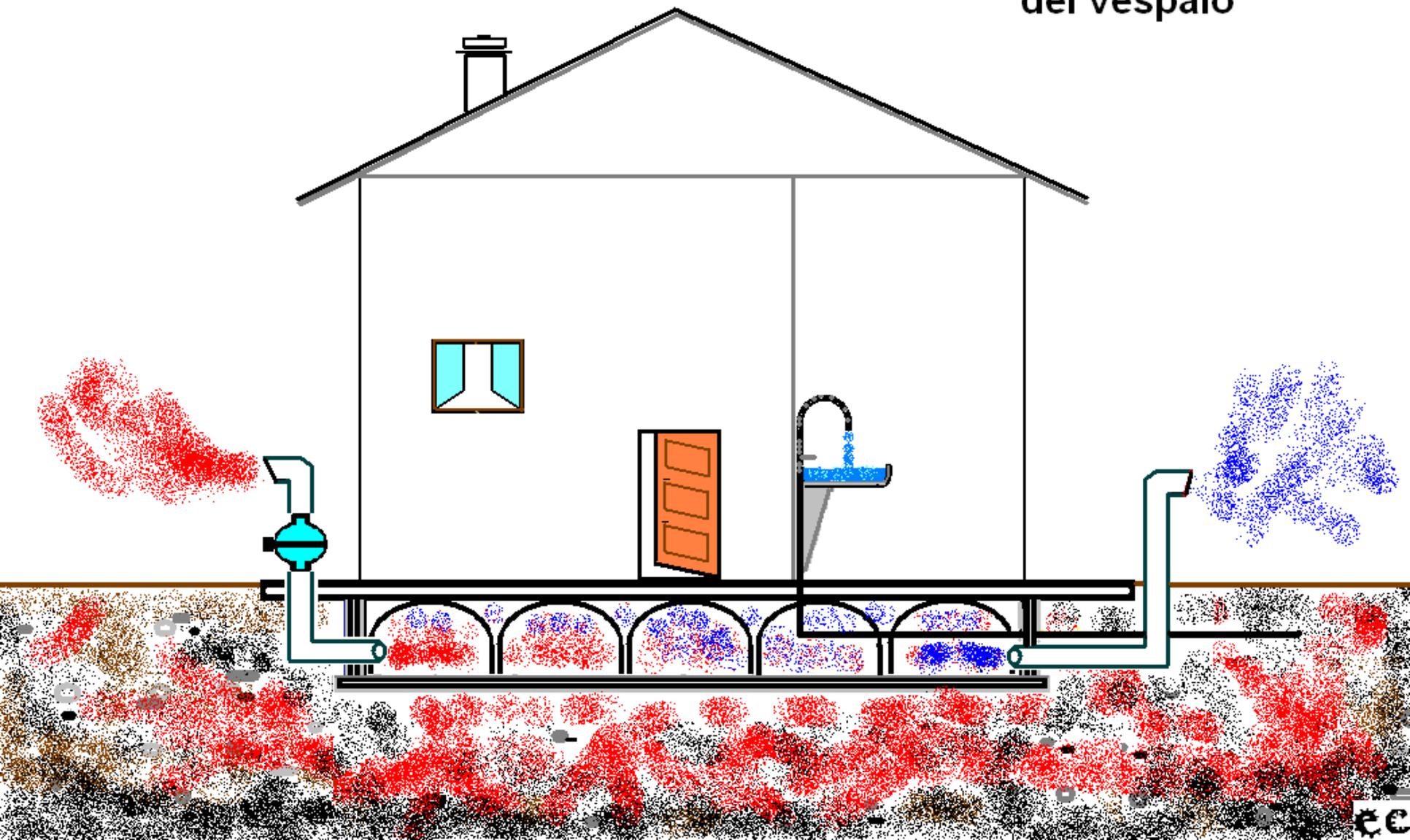
Rimedi attivi

depressurizzazione
del suolo
pozzetto
interno / esterno



Rimedi attivi

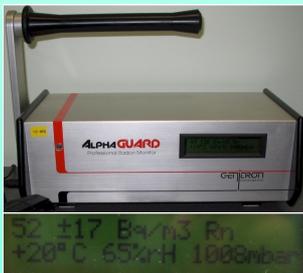
aerazione forzata
del vespaio



Strumentazione

Per le azioni di rimedio si utilizzano strumenti di misura attivi che misurano in continuo le fluttuazioni del radon negli ambienti

Camere a ionizzazione



Camere a scintillazione

celle di Lucas



silicio



*Esempi su abitazioni,
luoghi di lavoro, scuole*

1)

CASO DI UN'ABITAZIONE PRIVATA

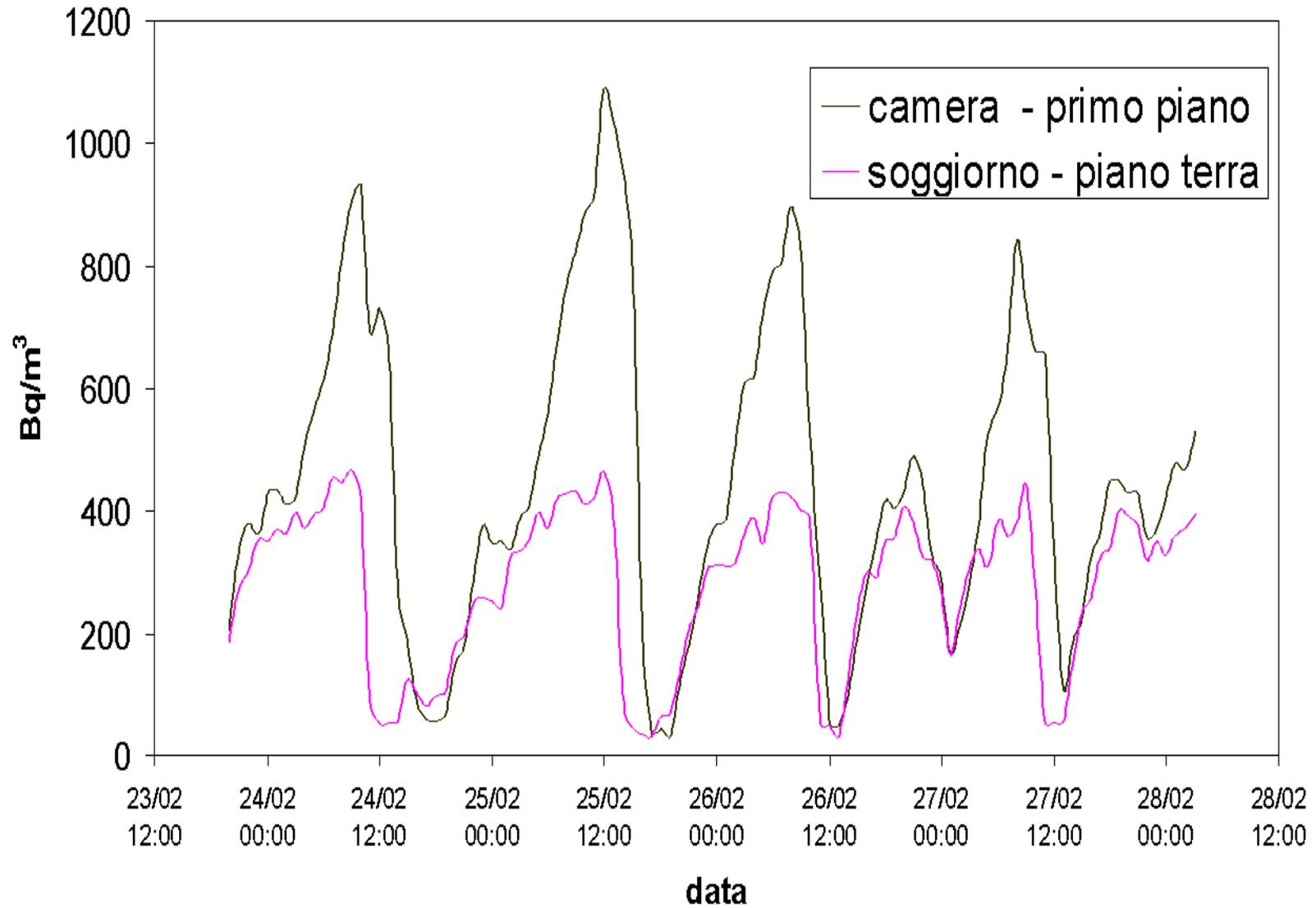
Concentrazioni radon

1126 Bq/m³ (inverno)

289 Bq/m³ (estate)

Grande volumetria degli ambienti

Concentrazione Radon



Azione di rimedio

“pozzetto radon”

**Sfruttando un pozzo dell'acqua esistente e
profondo qualche metro**

ABITAZIONE

ESTERNO

ventilatore

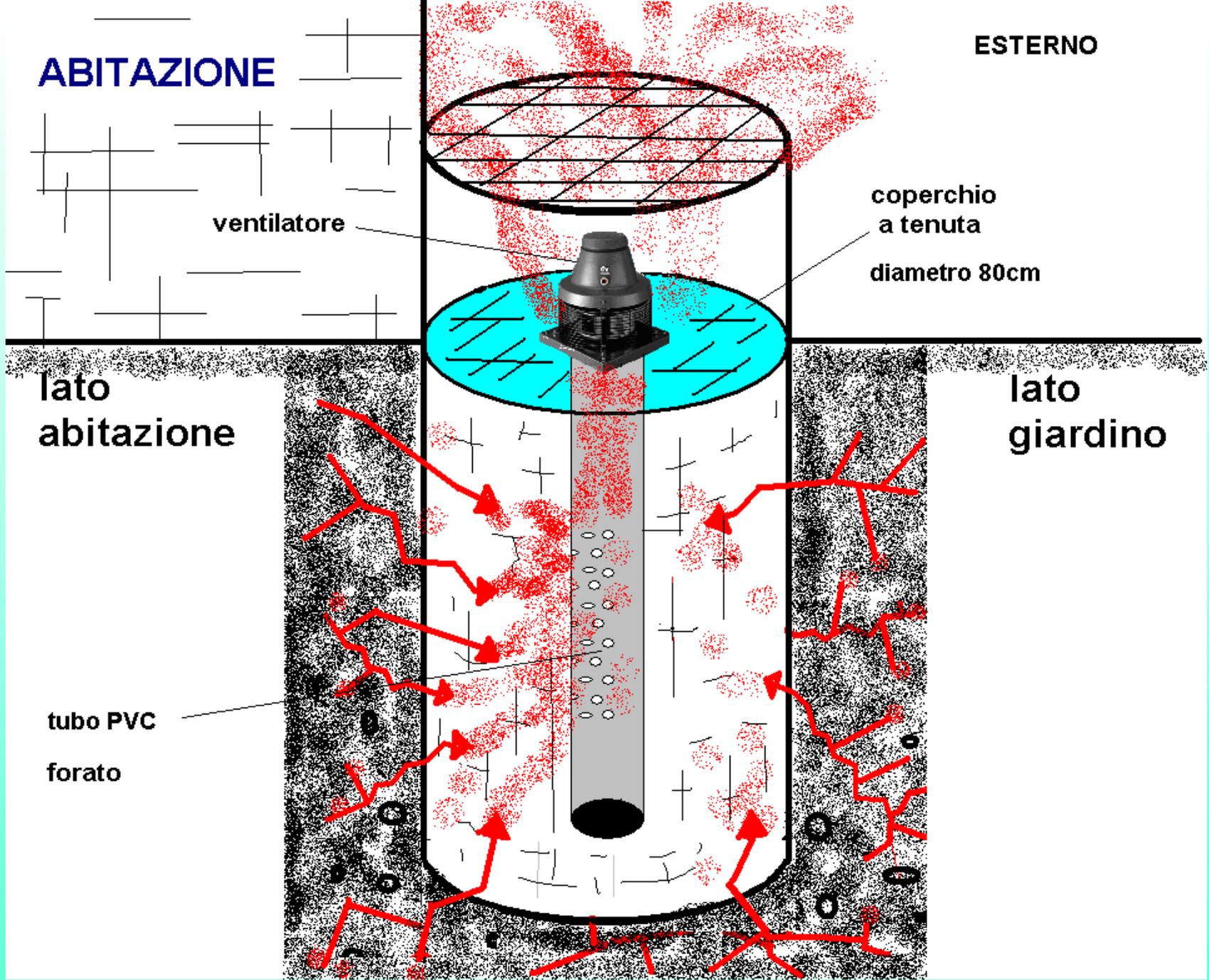
coperchio
a tenuta

diametro 80cm

**lato
abitazione**

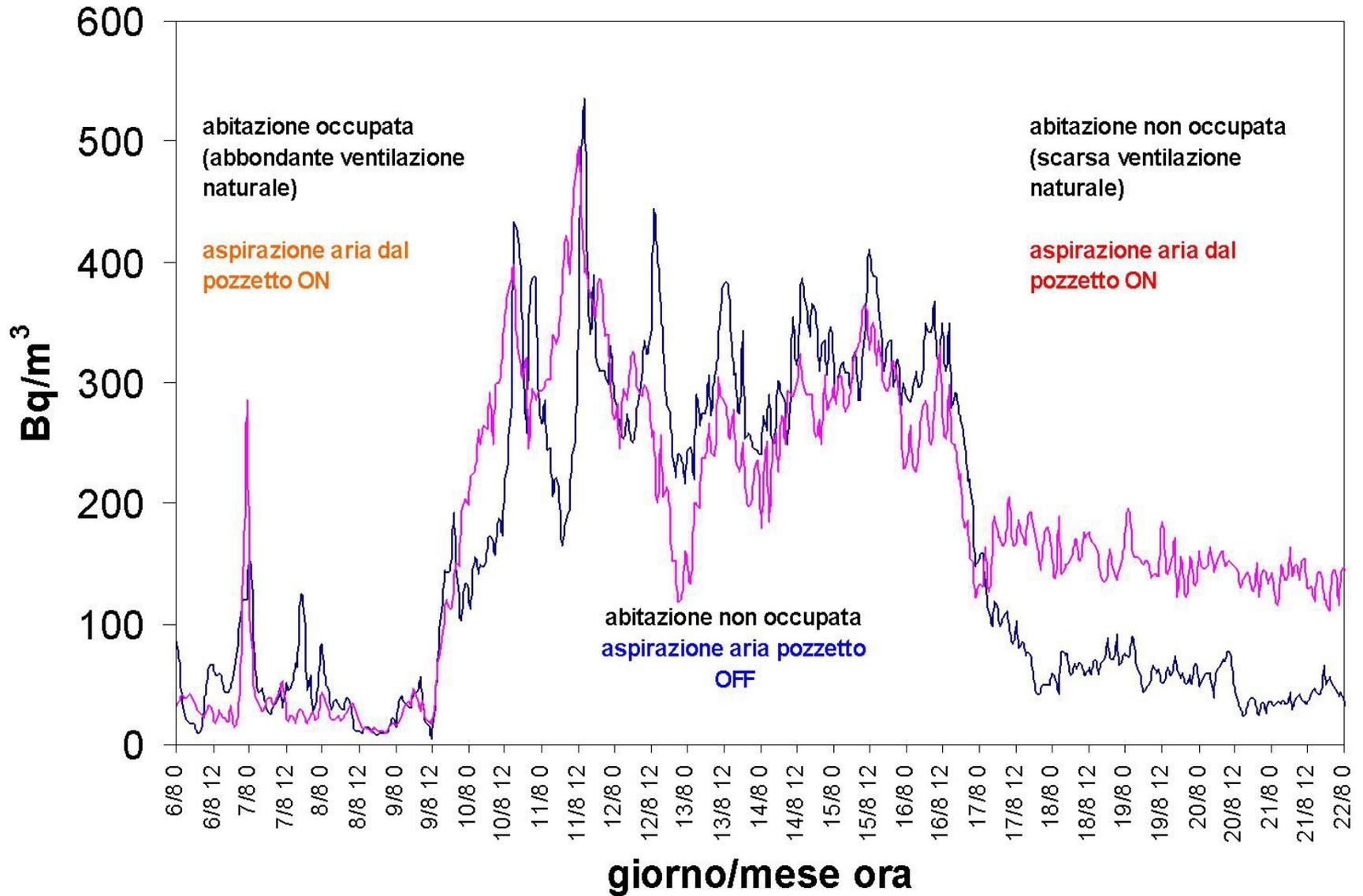
**lato
giardino**

tubo PVC
forato



Concentrazione radon

— piano terra — primo piano



Risultati ottenuti

riduzione 82% al piano terra

riduzione 47% al primo piano

2)

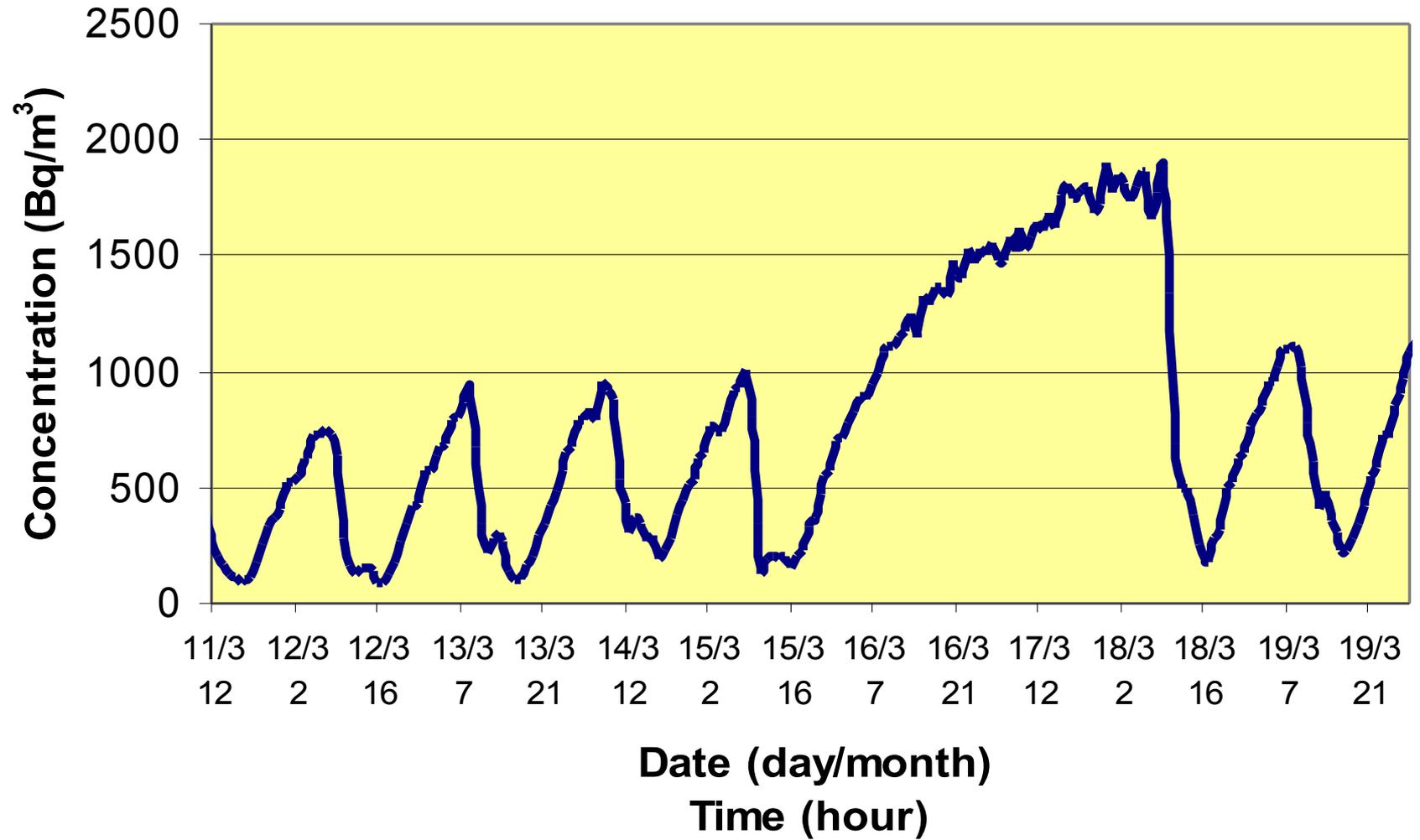
LUOGO DI LAVORO

seminterrato (per l'80%)

Concentrazione radon

>> 500 Bq/m³

Radon in basement workplace



Concentrazione media asintotica di radon = **1788 Bq/m³**

L'azione di rimedio

Ventilatore:

250 W

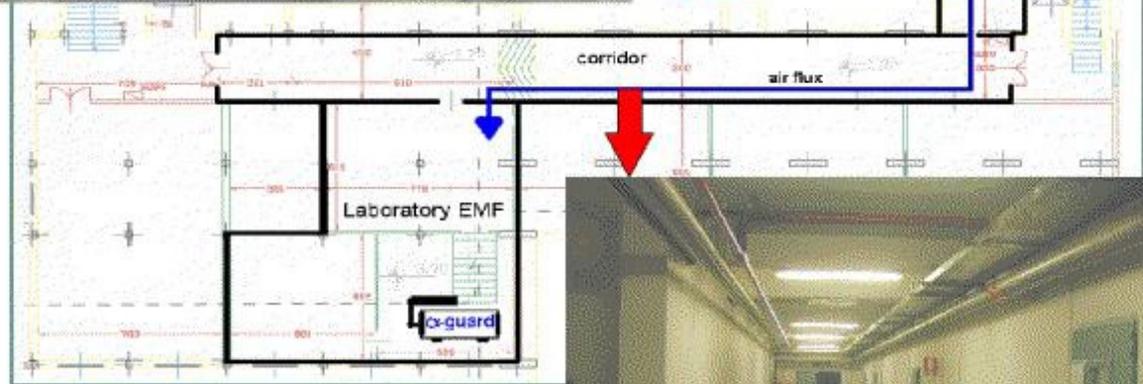
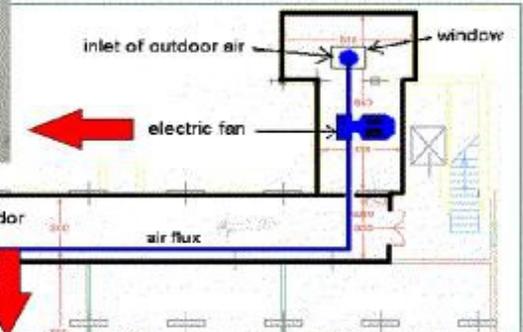
220 V 50 Hz

**Flusso di aria
immessa:**

0.152 m³/s

**Ricambio
d'aria:**

1.08 h⁻¹



equazioni utili per il dimensionamento dell'azione di rimedio

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

ventilazione naturale

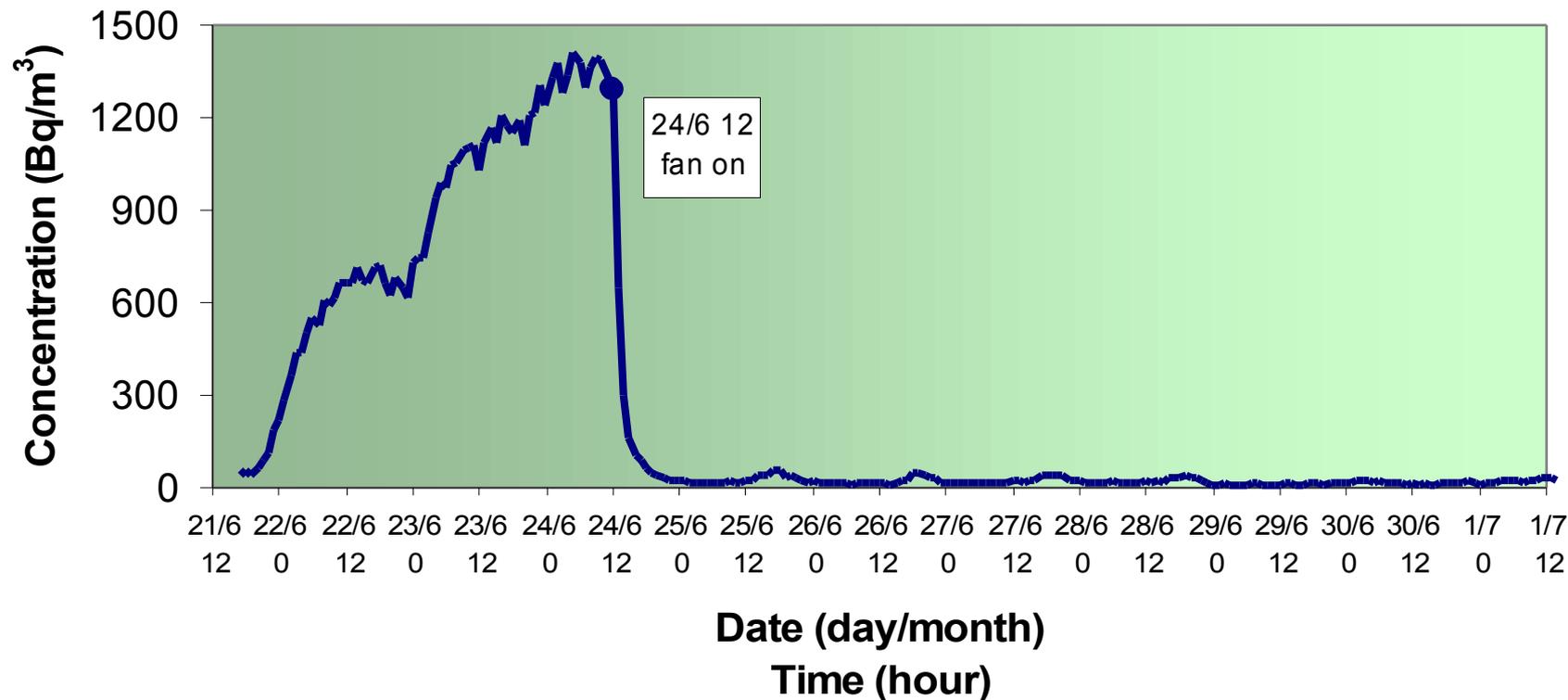
$$C(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \lambda^*} \frac{E}{V} \left(1 - e^{-(\lambda + \lambda^*)t} \right) \quad (2)$$

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

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

ventilazione forzata

remedial action: room's pressurisation



**Concentrazione
Radon teorica
con ventilazione
forzata:
73 Bq/m³**

**Porta chiusa
Concentrazione Radon sperimentale:**

16 Bq/m³
23

Risultato

valore teorico (73 Bq/m^3)

>

valore sperimentale (16.5 Bq/m^3)

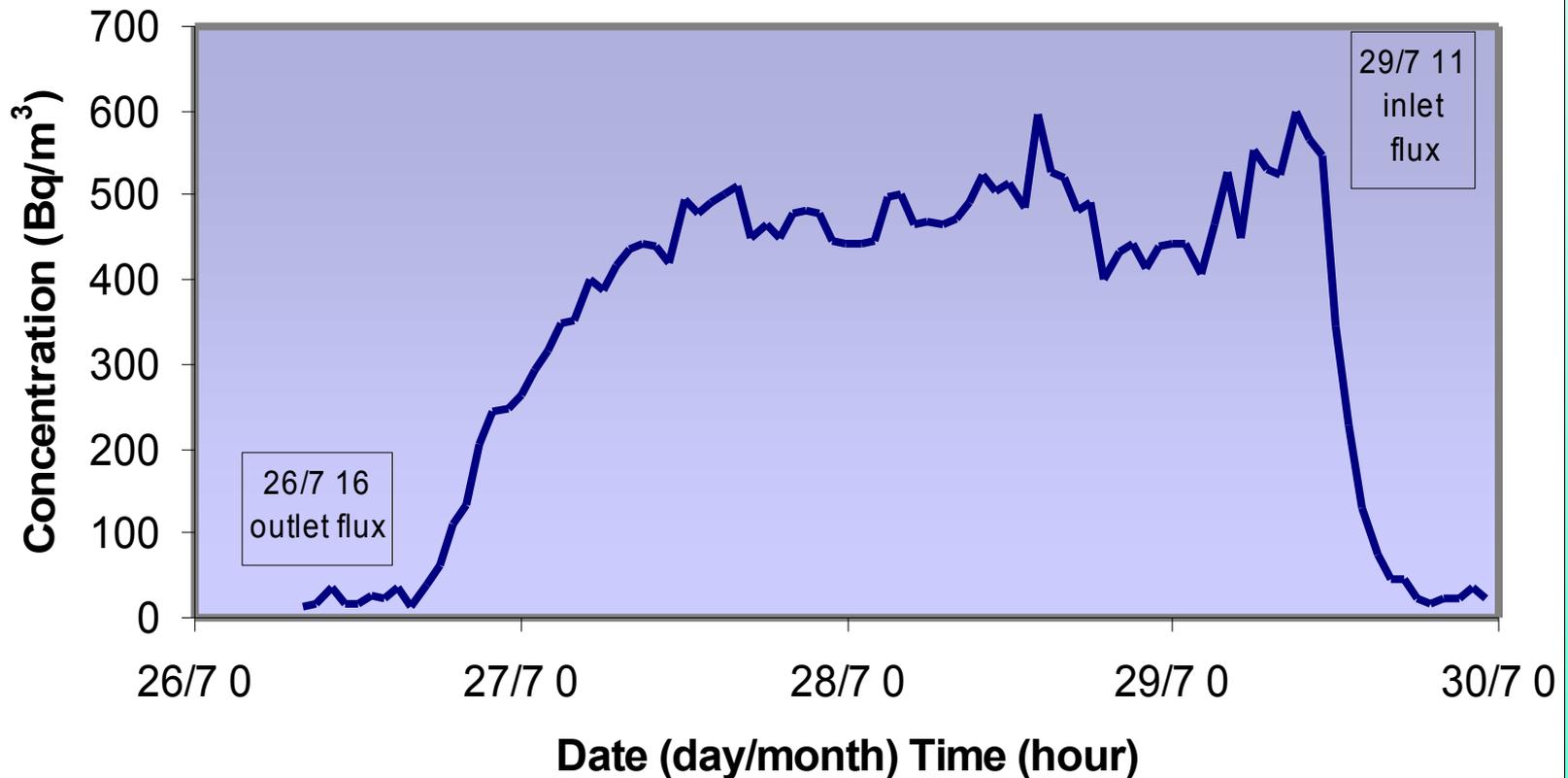


Il sistema adottato

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

Stesse condizioni di ventilazione invertendo il flusso d'aria

room's depressurisation



3)

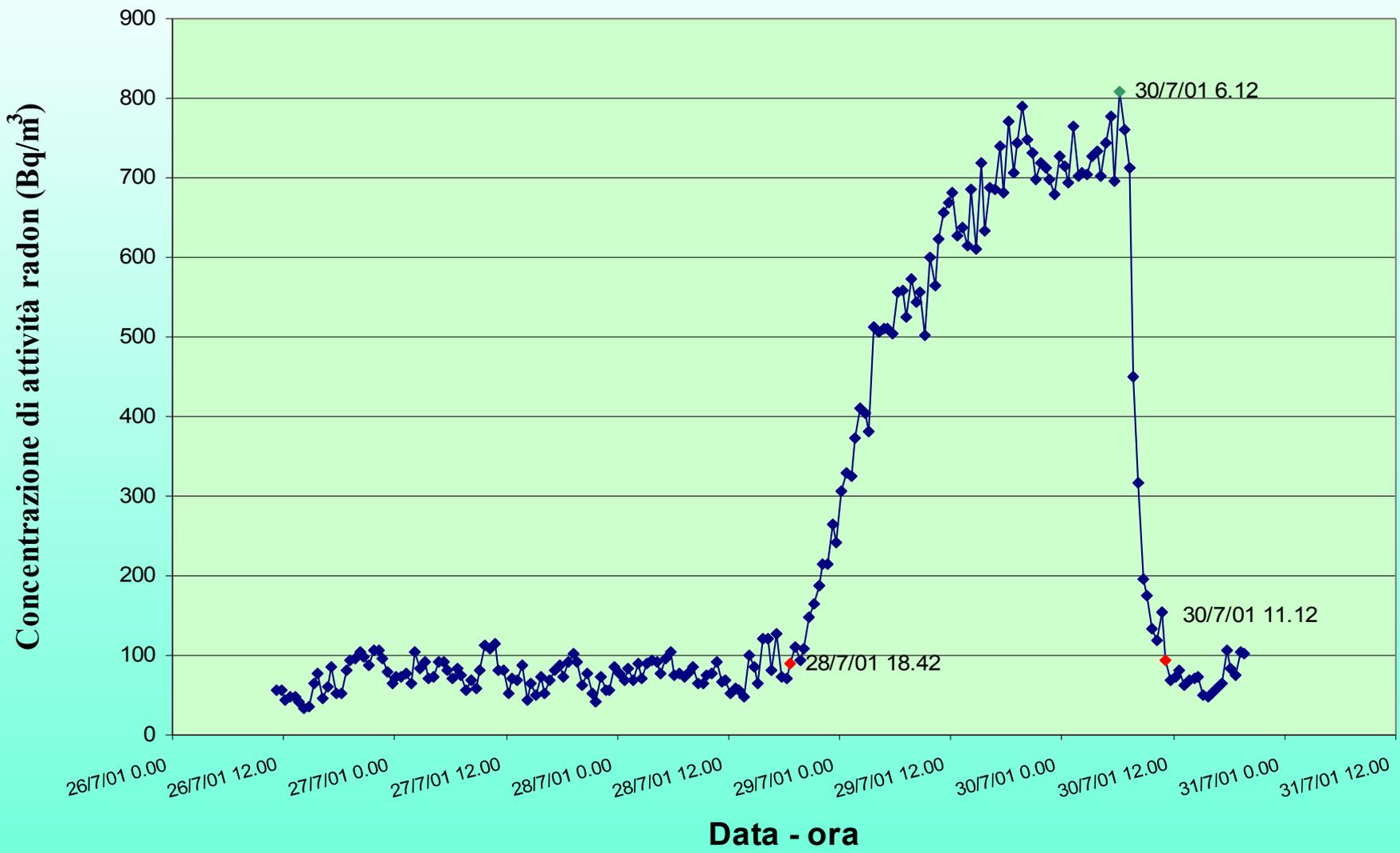
LUOGO DI LAVORO

interrato

**Gallerie dotate di impianto di aerazione
non attivo nel fine settimana**

Radon medio 800 Bq/m³

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



Risultato

Il sistema adottato già funziona:
è stato soltanto sufficiente anticipare
l'accensione dell'impianto a qualche ora prima
dell'ingresso del personale

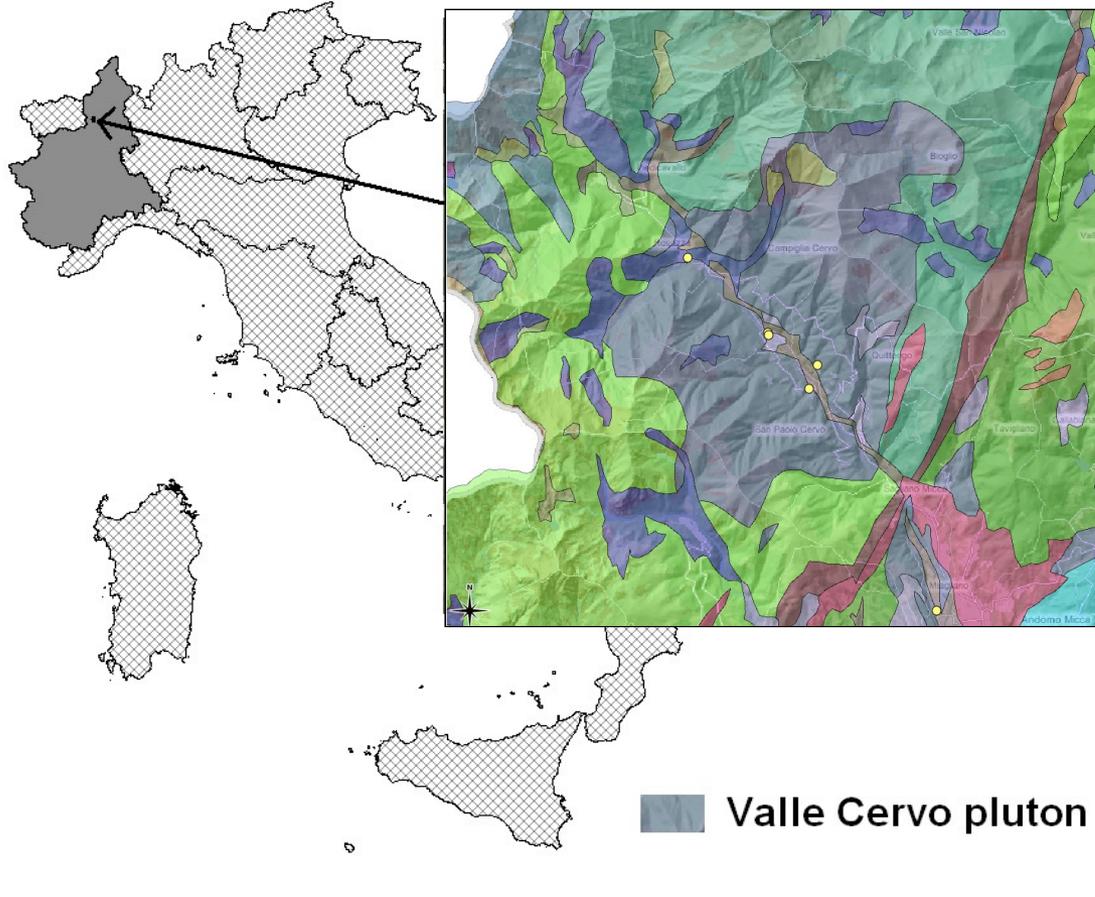
4)

EDIFICIO COMUNALE

Ufficio del sindaco valore medio

8000 Bq/m³

siamo in Valle Cervo



- Valle Cervo
- plutone Sienite della Balma
 - ^{238}U = 346-764 Bq/kg
 - ^{232}Th = 202-478 Bq/kg
- Concentrazioni medie 500 - 1500 Bqm⁻³.

Prima e dopo

stagione	Flow [m³h⁻¹]	Locale	Radon attuale [Bqm⁻³]	Radon previsto [Bqm⁻³]
estate	90	Locale A	6610	324
		Locale B	1277	235
inverno	135	Locale A	9334	313
		Locale B	6108	265

5)

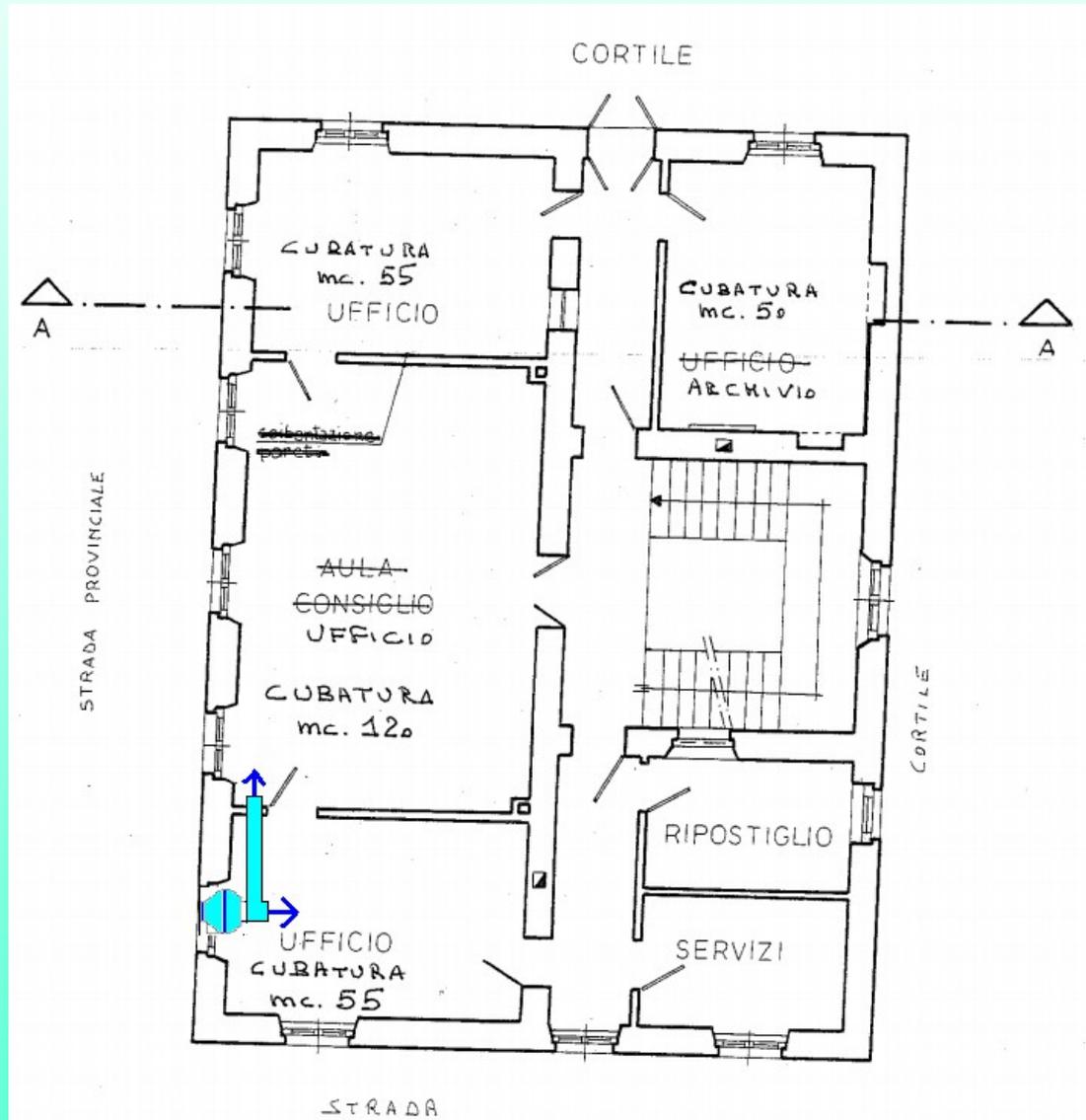
EDIFICIO COMUNALE

Valori riscontrati in un ufficio 1° piano in inverno

CRn_{media} (Bq/m³)	CRn_{min} (Bq/m³)	CRn_{max} (Bq/m³)
1149	508	1910

Azione di rimedio proposta

Sistema di immissione di aria dall'esterno



Il sistema è stato implementato con
accensione manuale...

1400

Prima e dopo

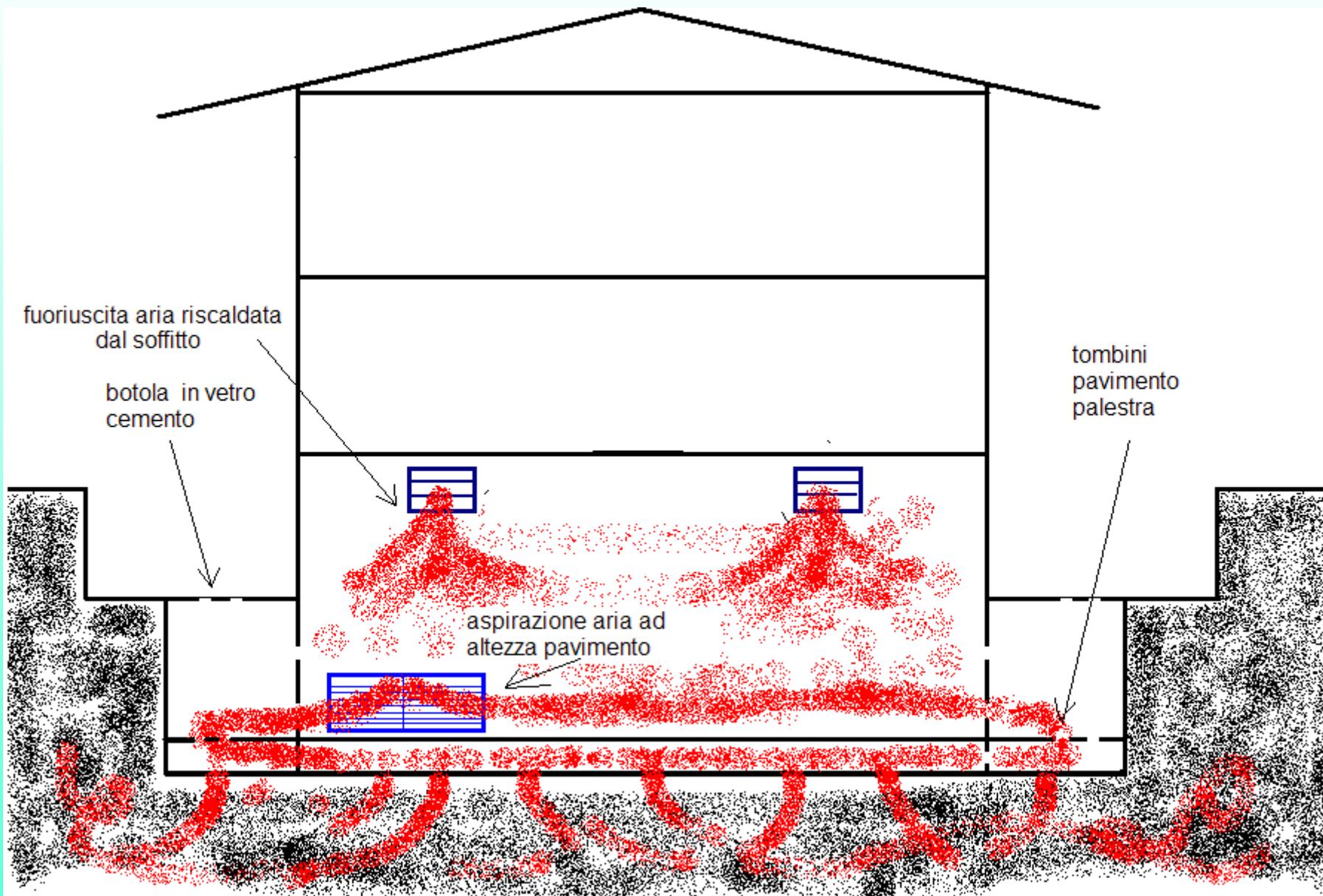
Stagione	Locale	Radon prima [Bqm⁻³]	Radon dopo [Bqm⁻³]
inverno	Ufficio	1149	684

Con una maggior continuità nel funzionamento della ventola si prevede un ulteriore miglioramento

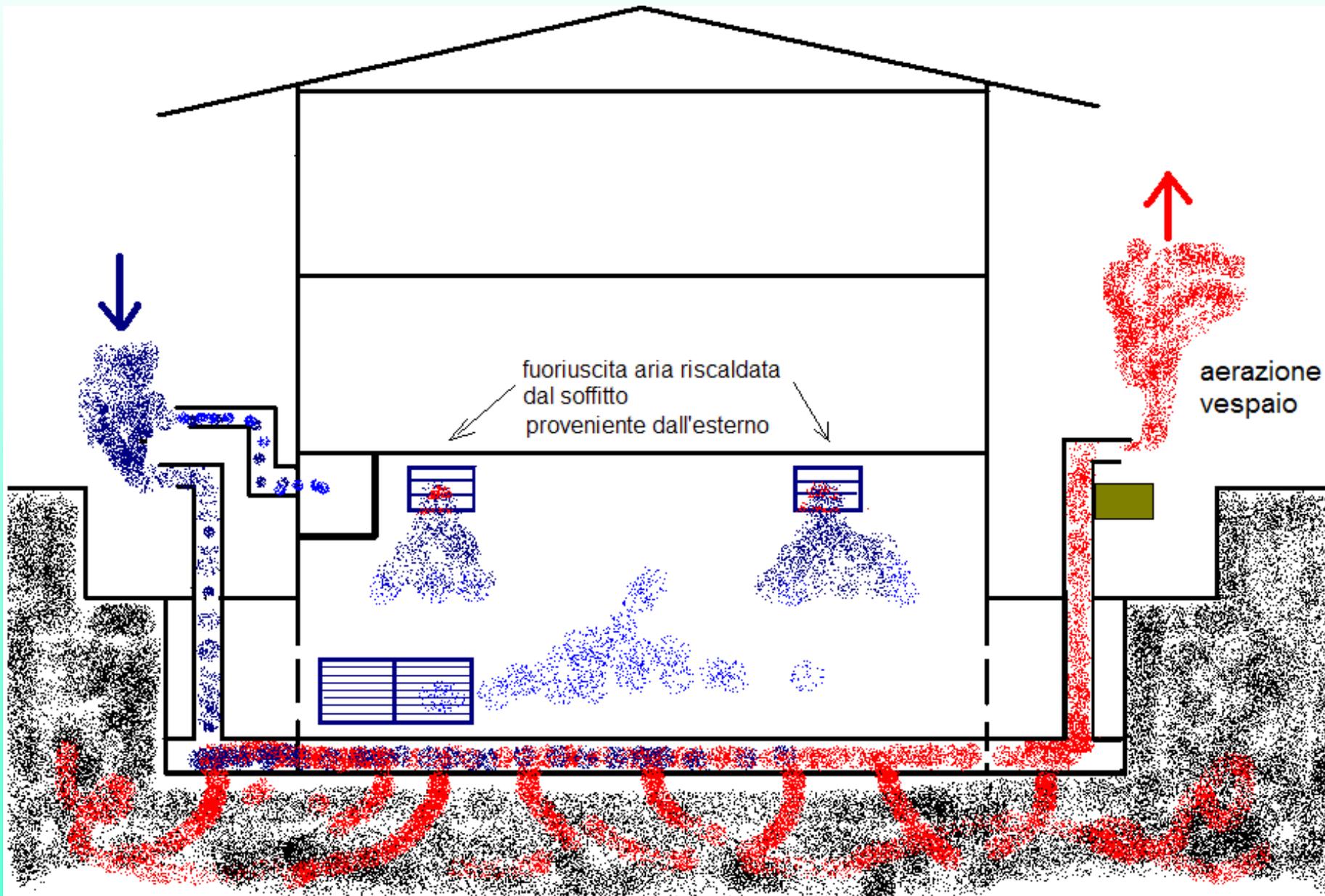
6)

EDIFICIO SCOLASTICO

La palestra era dotata di un singolare impianto di aerazione



Intervento proposto



Risultato

Il solo dirottare all'esterno l'aria del vespaio
anziché internamente ha portato ad una
sensibile riduzione

7)

EDIFICIO SCOLASTICO

Palestra

Azione di rimedio:

aspiratore per immissione di
aria dall'esterno

Si è rivelata utile per
ottimizzare il sistema e
ridurre i costi la
combinazione di:

- ventola
- timer
- variatore di velocità



PUNTO DI MISURA		Conc.Rn Bq/m³		Conc.Rn Bq/m³
Palestra seminterrato	PRIMA	1383 ± 95	DOPO	318 ± 31
rampa scale		958 ± 61		368 ± 33
Atrio Piano Terra		158 ± 12		142 ± 23
Aula Piano Terra		196 ± 14		189 ± 27
Aula PT		101 ± 8		110 ± 21
Aula Piano Terra		86 ± 8		172 ± 34
Aula Piano Terra		423 ± 33		184 ± 38
Dormitorio Piano Terra		376 ± 25		167 ± 24

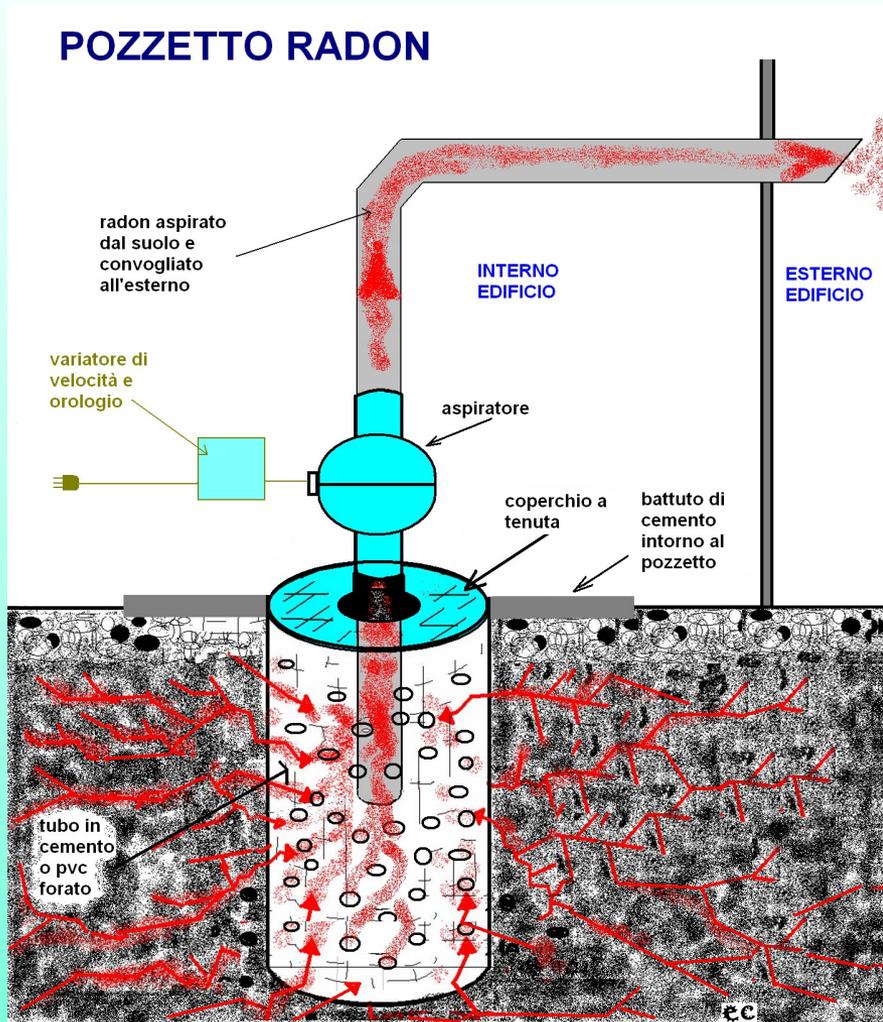
8)

EDIFICIO SCOLASTICO

Palestra con a fianco uno scantinato interrato: si è proposto un pozzetto interno

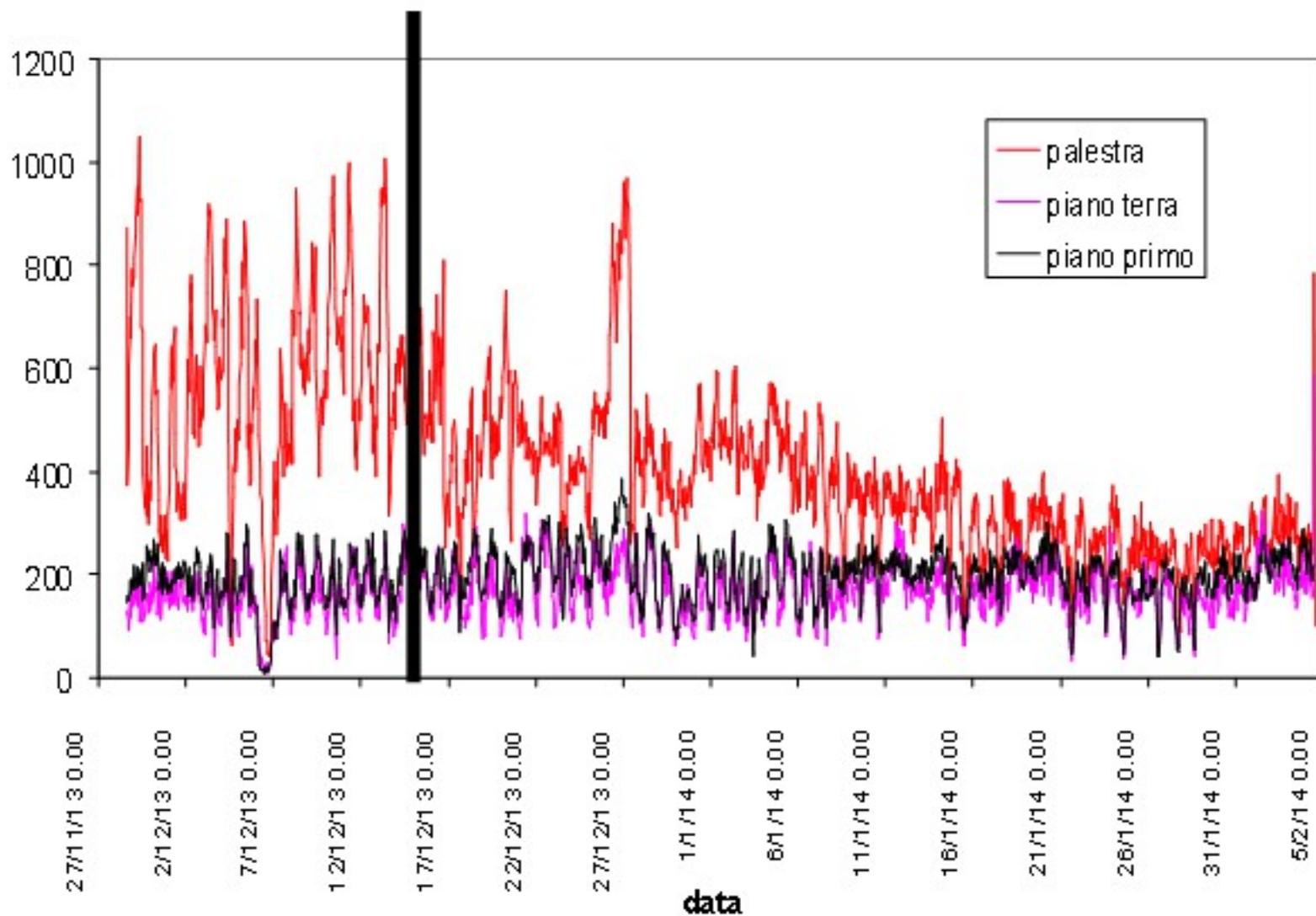
detto

fatto



La pompa aspirante ha una potenza di 47 W con flusso d'aria massimo 285 m³/h

edificio scolastico confronto piani



La diminuzione
 conduce a regime
 a concentrazioni
 medie nella palestra
 pari a 260 a fronte
 di 567 Bq/m³
 presenti durante il
 periodo precedente
 all'accensione
 (46% di riduzione)

Aumentando la
 potenza o il numero
 di pozzetti può
 migliorare
 l'efficacia

Locale	Concentrazione di attività radon media (Bq/m ³)	
	Monitoraggio dal 30/1/2012 al 21/02/2012	Monitoraggio durante la messa in funzione del pozzetto radon dal 28/11/14 al 04/02/14
Cantina Sotterraneo	901	808
Palestra	1420	370 (in coda 260)
Piano Terra	292	164
1°Piano	349	205

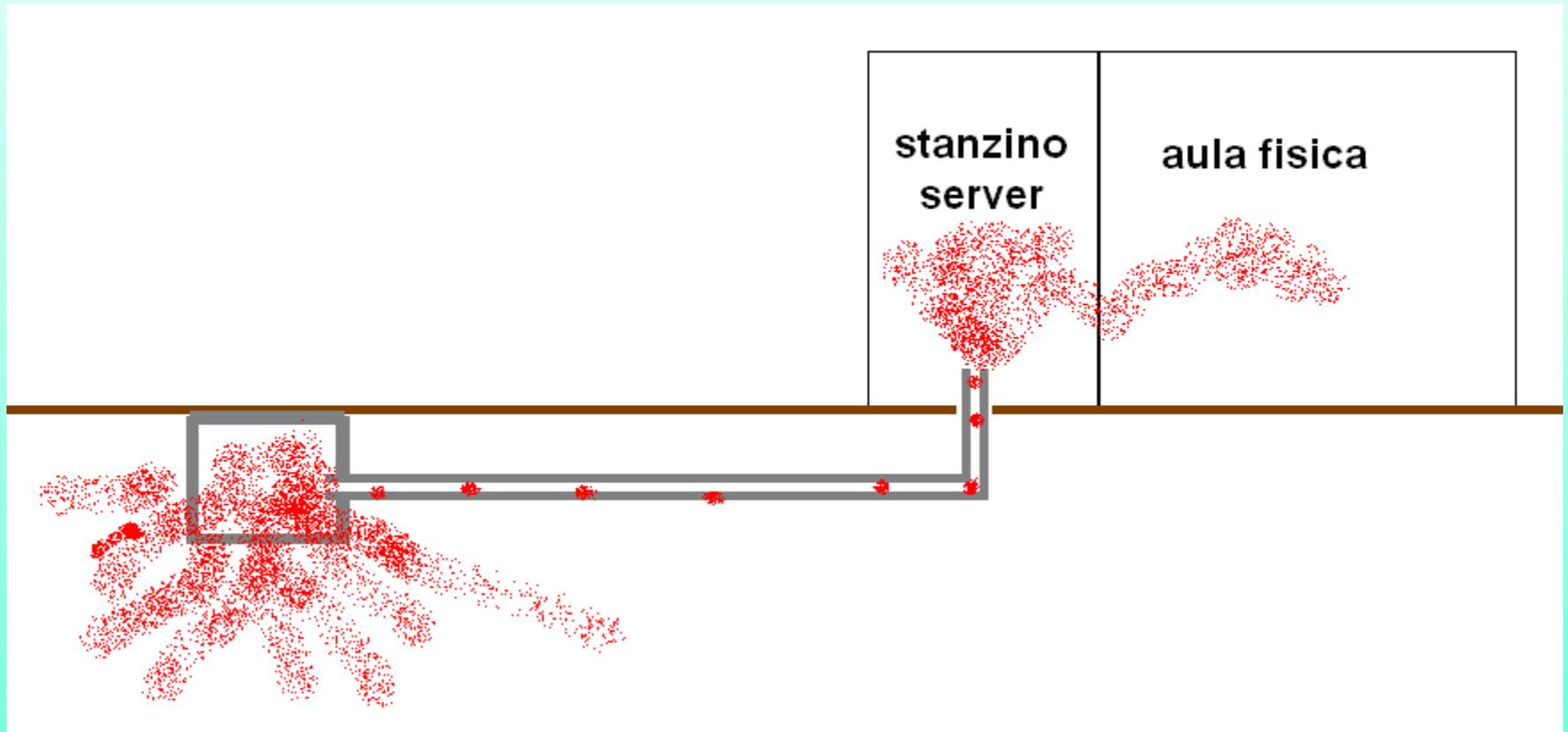
9)

EDIFICIO SCOLASTICO

Edificio nuovo e interamente al piano terra

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

il radon proveniva da una cabina di
cablaggio elettrico (interrata)



Rimedio: sigillatura canaline porta cavi

schiuma di poliuretano per sigillare le canaline passa cavi

Locale	Concentrazione Radon Bq/m ³	Concentrazione Radon Bq/m ³
	PRIMA Vie d'accesso libere	DOPO Vie d'accesso sigillate
stanzino server	931	222
aula fisica adiacente	478	33

10)

EDIFICIO SCOLASTICO

Stanzino magazzino con alte concentrazioni

Poco frequentato

Rimedio: “il più economico”





+ in generale

Qual'è la strategia con miglior
rapporto costi e benefici?

occorre inserire negli strumenti urbanistici (piani regolatori, regolamenti edilizi...) la prescrizione di adottare semplici e economici accorgimenti preventivi (Raccomandazioni Piano Nazionale Radon)



Codice ID: 13877322 Radical Radon

Grazie