

# Progettazione di nuovi edifici e identificazione dei migliori materiali anti radon

Prof. Ing. Romolo Remetti

Università degli Studi di Roma La Sapienza

---



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA



**Radon: un problema invisibile**  
**9 ottobre 2023**



ARPALAZIO

AGENZIA REGIONALE  
PROTEZIONE AMBIENTALE  
DEL LAZIO

# Tecniche di prevenzione/mitigazione

- Le tecniche di prevenzione e mitigazione possono essere categorizzate in tre grandi classi:

1. Impermeabilizzazione

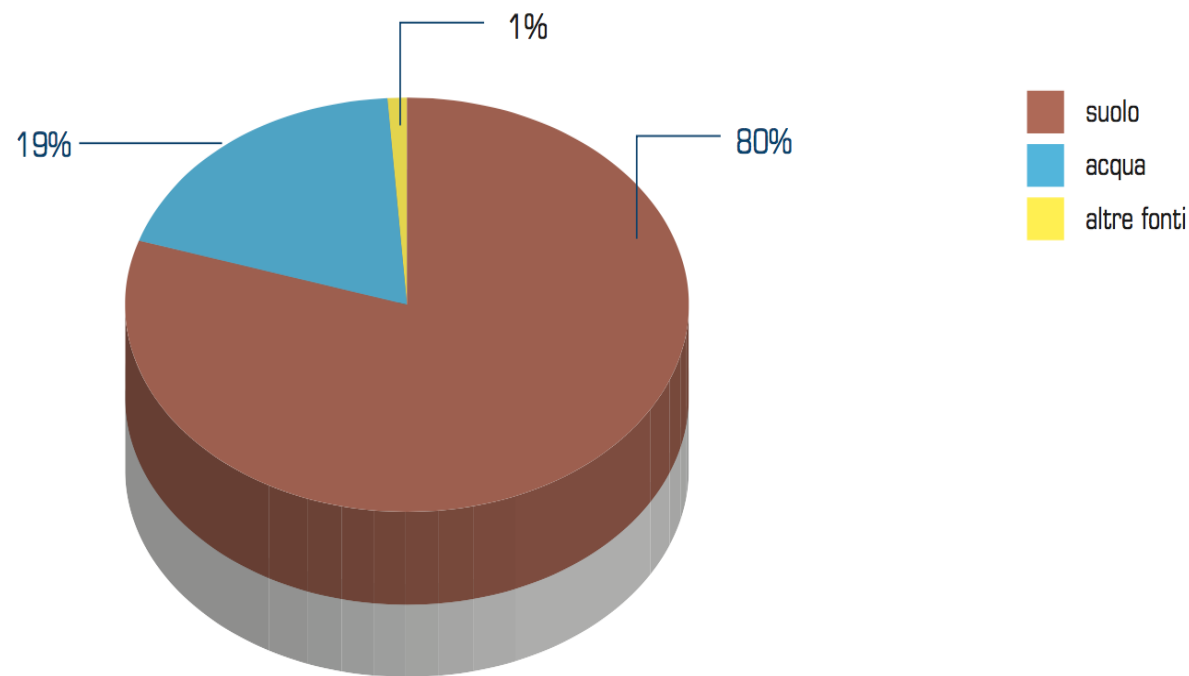
2. Depressurizzazione alla base dell'edificio

3. Pressurizzazione alla base dell'edificio

- Nonostante si assumano le stesse tecniche per entrambi gli intenti (prevenire e mitigare) le due situazioni risultano diverse, da un punto di vista tecnico e di efficacia:

**Le misure preventive risultano in generale più economiche e vantaggiose**

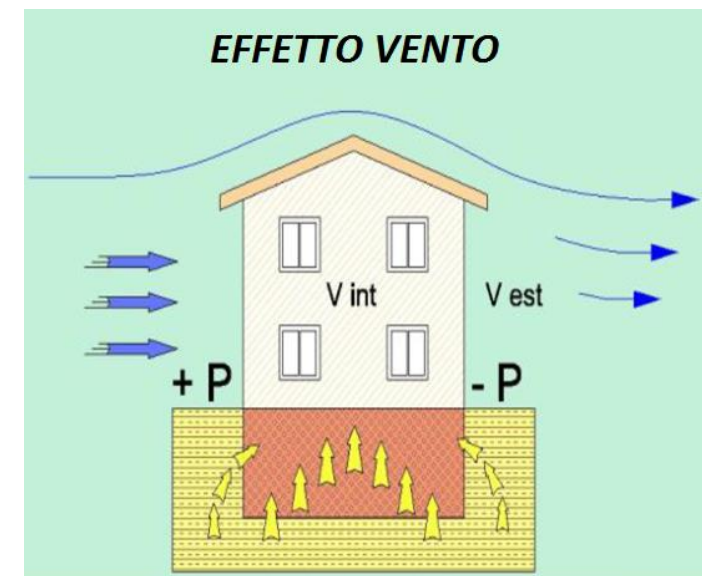
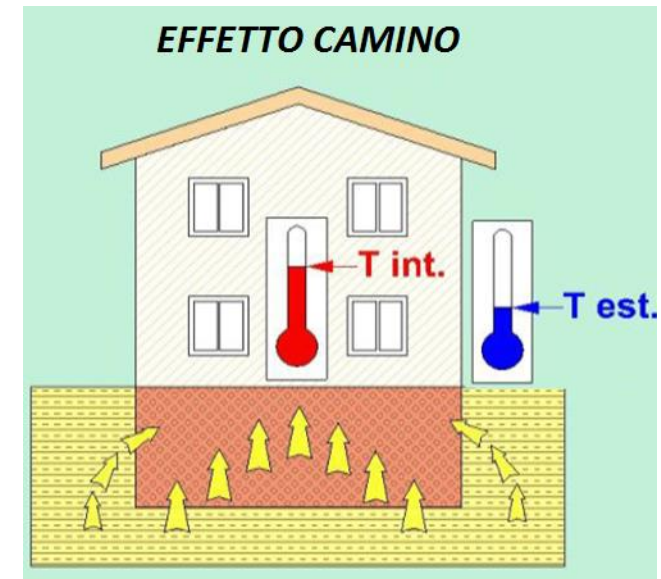
# Sorgenti di radon



- Il maggior contributo alla concentrazione di attività del radon indoor è dato (generalmente) dal suolo, seguito da acqua e materiali da costruzione.

# Effetto vento ed effetto camino

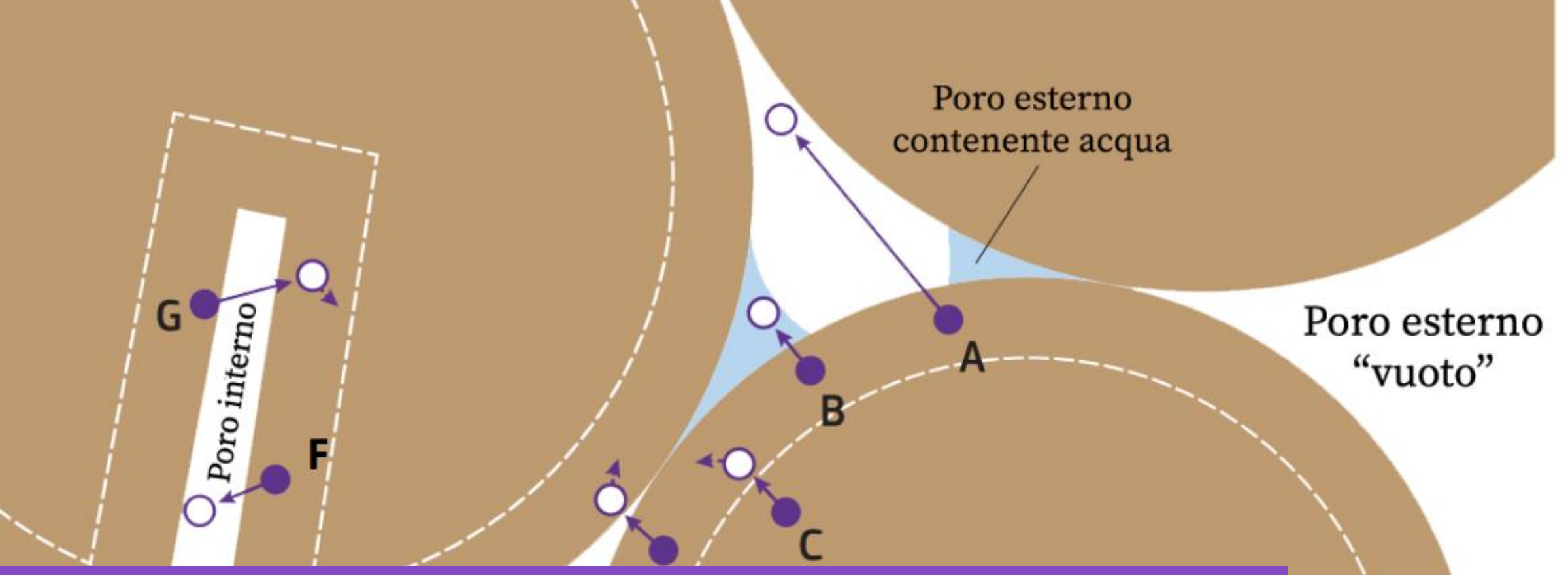
- Per effetto del  $\Delta p$  tra esterno e interno dell'edificio (a cui contribuiscono l'effetto vento, l'effetto camino etc.) il radon risale dal suolo tramite alcune vie d'ingresso, che rappresentano le criticità del nostro edificio, da considerare in fase di progettazione





## Criticità da considerare

- Scavi di fondazione: terreni molto permeabili; aree di riempimento su ghiaia, sabbia etc
- Attacco a terra: contatto diretto con il terreno
- Superfici permeabili: solai in legno, pareti in forati, muratura in pietrisco
- Punti d'infiltrazione: cavi, tubazioni, giunti pavimenti e pareti, camini e montacarichi
- Fruizione dei locali : scale aperte della cantina; interrati o seminterrati adibiti ad abitazione



## Emanazione nel suolo

- L'emanazione del radon dal suolo dipende da:
- Forma e dimensione dei grani
- Dalla distribuzione del radio nei grani
- Dalla frazione di saturazione
- Dal numero e dalla dimensione dei pori

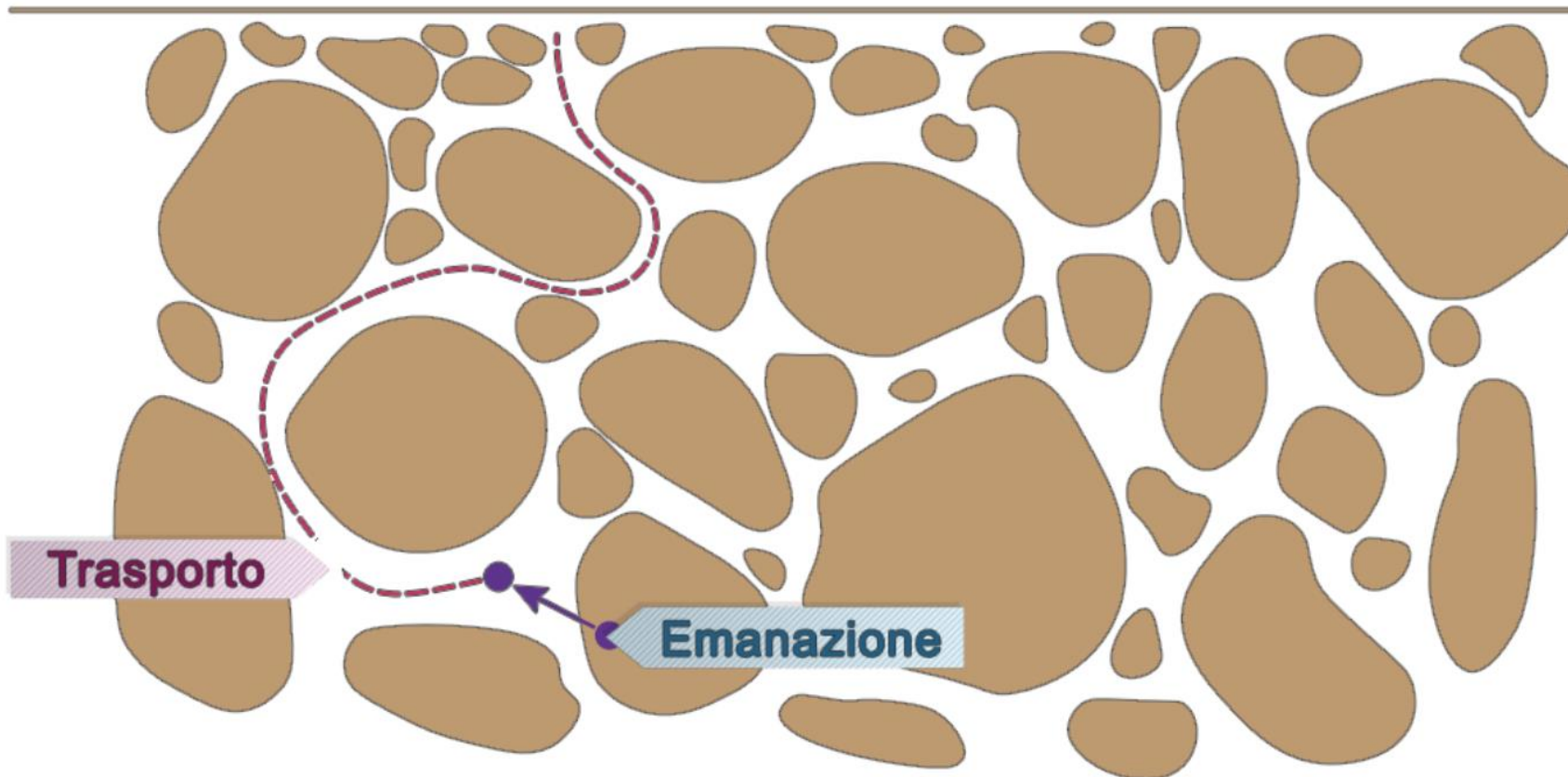


# Emanazione da alcuni tipi di suolo

---

<b>Tipo di suolo</b>	<b>Emanazione (%)</b>
Ghiaia	15 – 40
Sabbia	15 – 30
Argilla	30 – 70
Crushed rock (1 – 8 mm)	5 – 15
Crushed granite ricco in Uranio (1 – 8 mm)	15 - 30

# Trasporto e migrazione



Una volta nel poro  
l'atomo di radon può:

1. Migrare per diffusione
2. Essere trasportato per avvezione da un fluido carrier



# Misure di base, complementari/supplementari

A seguito di una valutazione del rischio radon, basata su:

- **Geologia del sito** (mappe geologiche/consultazione geologo)
- **Eventuali misurazioni nel terreno**
- **Struttura del futuro edificio** (presenza di locali di soggiorno a contatto con il terreno etc.)



- Si stabilisce un progetto di prevenzione che comprenderà:
  - **Misure base**, nel caso di un basso rischio
  - **Misure base, misure complementari e supplementari**, in relazione ad un rischio radon crescente

# Misure base

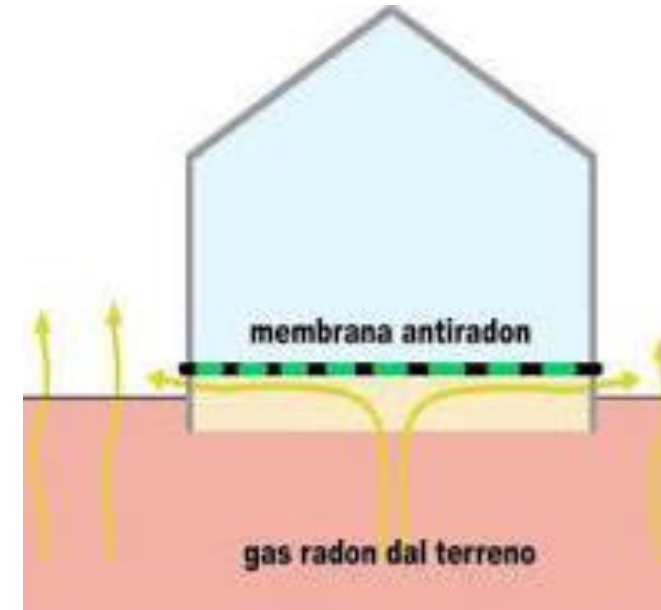
1. Membrane impermeabili, platea di fondazione in calcestruzzo continua
2. Rendere ermetici i fori di passaggio delle condotte (reti elettriche, idriche etc)
3. Non posare le sonde geotermiche sotto la platea di fondazione ma accanto l'edificio.
4. Vespaio aerato naturalmente (edifici di piccole dimensioni)
5. Sistema di drenaggio radon sotto la platea di fondazione
6. Prese d'aria di compenso per ridurre il  $\Delta p$  provocato da sistemi di estrazione d'aria (cappe, ventole nei bagni etc).

# Membrane impermeabili

Devono essere:

- Molto resistenti, anche all'accidentale punzonamento da cantiere
- Resistenti agli agenti chimico-fisici presenti nel terreno
- Resistenti ai campi elettrici dispersi nel terreno, da linee ferroviarie, impianti di messa a terra etc.
- Estremamente compatte, da contrastare la diffusione del gas radon

**Particolarmente importante risulta la posa in opera!**



# Membrane





## Membrane impermeabili

- Porre prima una striscia di membrana antiradon sotto le murature portanti, farla risvoltare sul piano di calpestio.
- Dopo aver completato l'opera muraria e prima della posa dello strato di completamento (strato isolante, getto del massetto impiantistico etc) si posi la membrana sull'intera superficie, sovrapponendola per circa 15 cm con la parte sporgente della membrana tagliamuro e sigillando i lembi sovrapposti (per ridurre il calpestamento della membrana ed eventuali rotture).

# Membrane impermeabili

- 1. radon gas
- 2. vent collar flange
- 3. concrete slab
- 4. air barrier system
- 5. radon exhaust vent pipe
- 6. radon exhaust
- 7. radon exhaust vent pipe
- 8. vent collar flange
- 9. concrete slab
- 10. "RadonBlock™"
- 11. gravel
- 12. undisturbed soil or compa fill
- 13. Section A

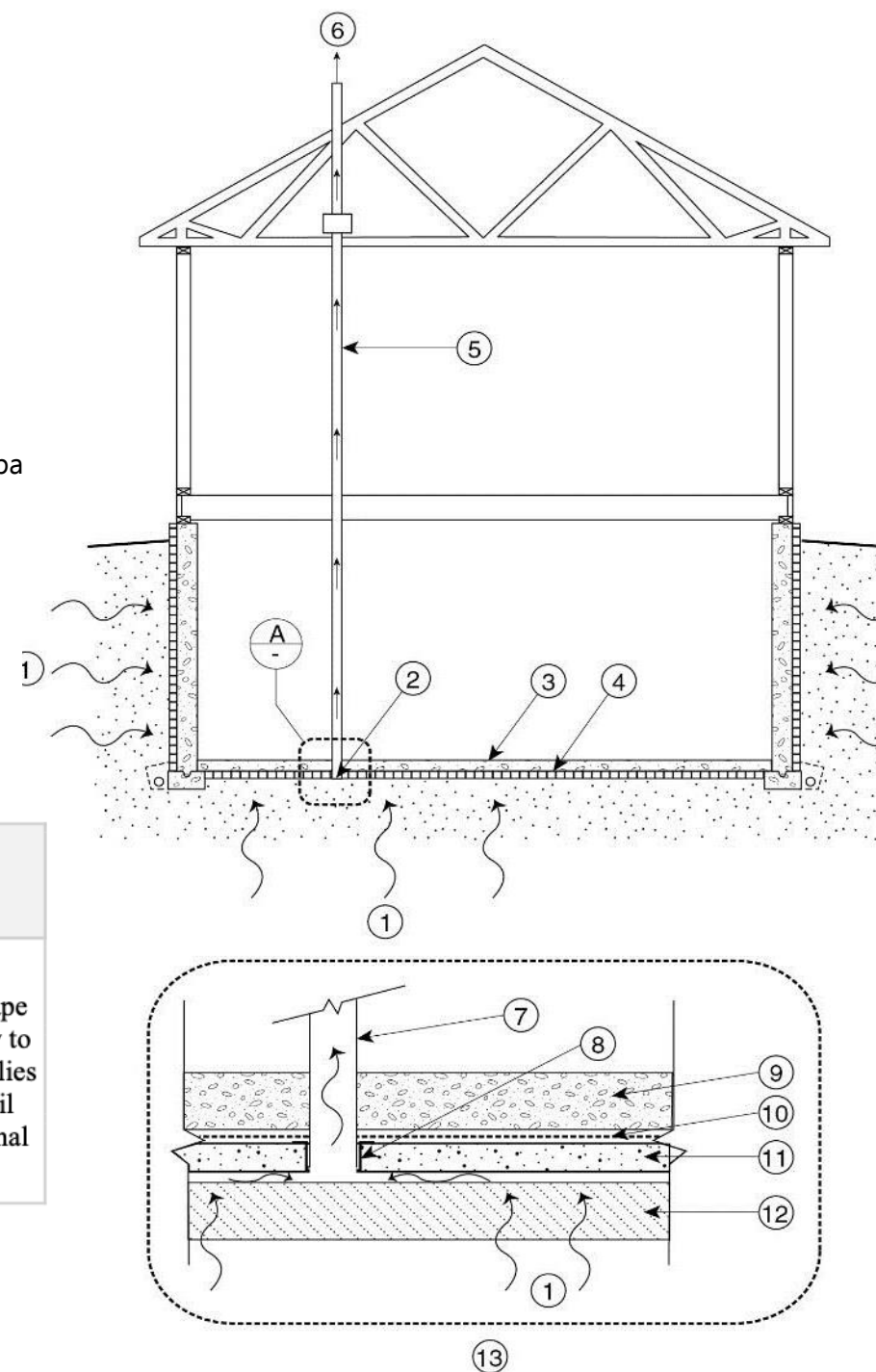


Table 4.2.1 Results of Testing for Comparison of Radon Infiltration through "Radon Guard™" and Prescriptive Gravel

Assembly	Rn Concentration in Dosing Compartment (Bq/m <sup>3</sup> )	Rn Concentration in Receiving Compartment (Bq/m <sup>3</sup> )	Result
Floor assembly with 6 mil poly	5 192	342	The test assembly with the RadonBlock™ and butyl joint tape demonstrated lower permeability to Rn compared to the floor assemblies with the 6 mil poly or the 20 mil poly membranes with conventional sheathing joint tape
Floor assembly with 20 mil poly	2 260	384	
Floor assembly with "RadonBlock™"	3 362	124	



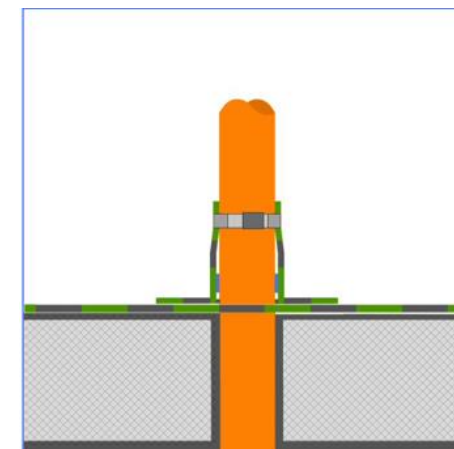
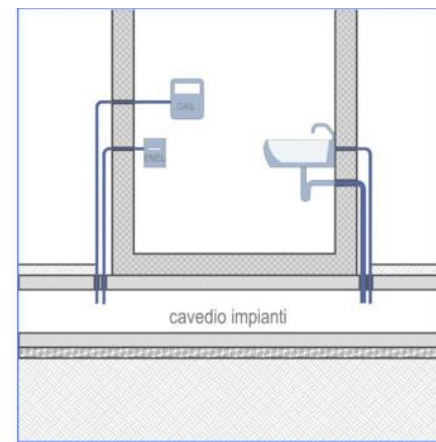
## Membrane impermeabili: criticità

---

- **Criticità:**
- I dati tecnici, come coefficiente di diffusione e impermeabilità sono dati di laboratorio e non ottenuti in situ.
- Attenzione anche ai risvolti, che devono essere esterni all'edificio. Non devono terminare sotto le mura, o si rischia di veicolare il radon all'interno.
- L'elasticità è molto importante, in quanto sotto il carico prolungato si può incorrere in crepe, lacerazioni, fessurazione.
- Le fasi di posa in opera devono essere seguite dall'esperto in interventi di risanamento radon
- La durata nel tempo è limitata: non rappresentano **mai** da sole una soluzione sufficiente!

# Sigillatura condotti impiantistici

- Oltre e sigillare i fori di passaggio, risulta utile predisporre il passaggio dei condotti, tramite le pareti perimetrali verticali, piuttosto che attraverso il solaio.
- Laddove non risulti possibile, è necessario sigillare il passaggio delle canalizzazioni impiantistiche con membrane antiradon, tramite una flangia di raccordo, incollata alla membrana e al tubo.





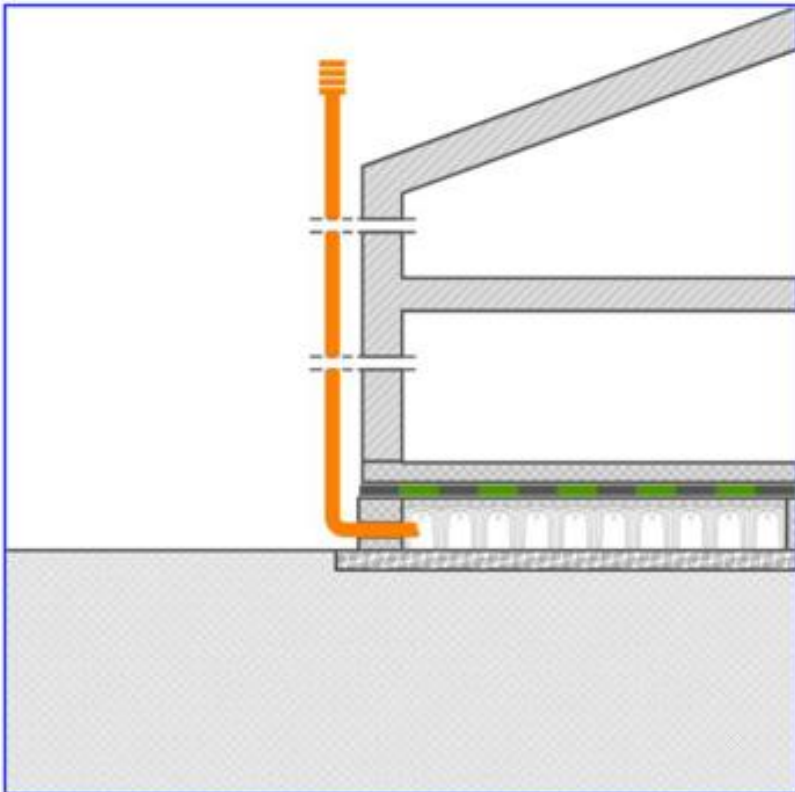
# Prima e dopo l'intervento



# Prima e dopo l'intervento



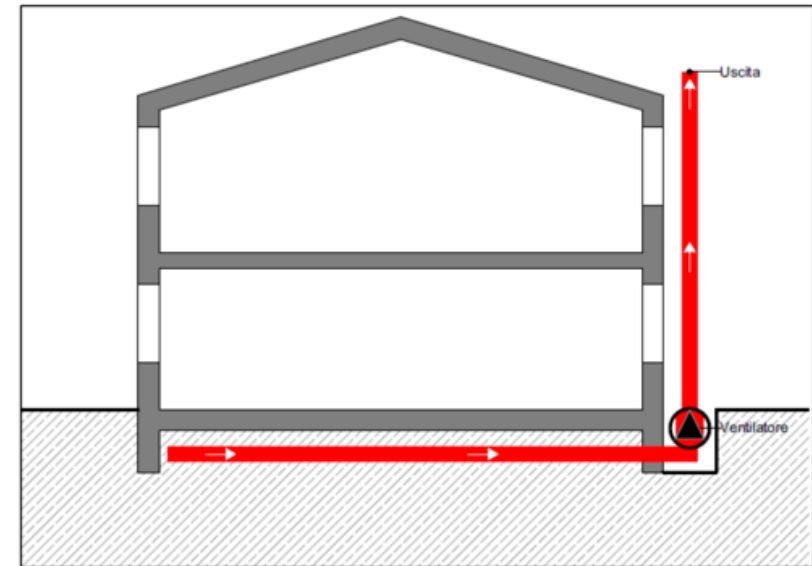
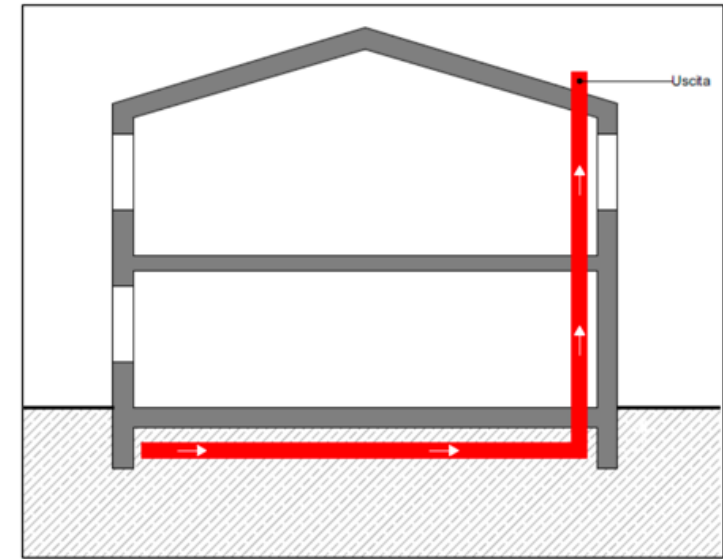
# Vespaio aerato



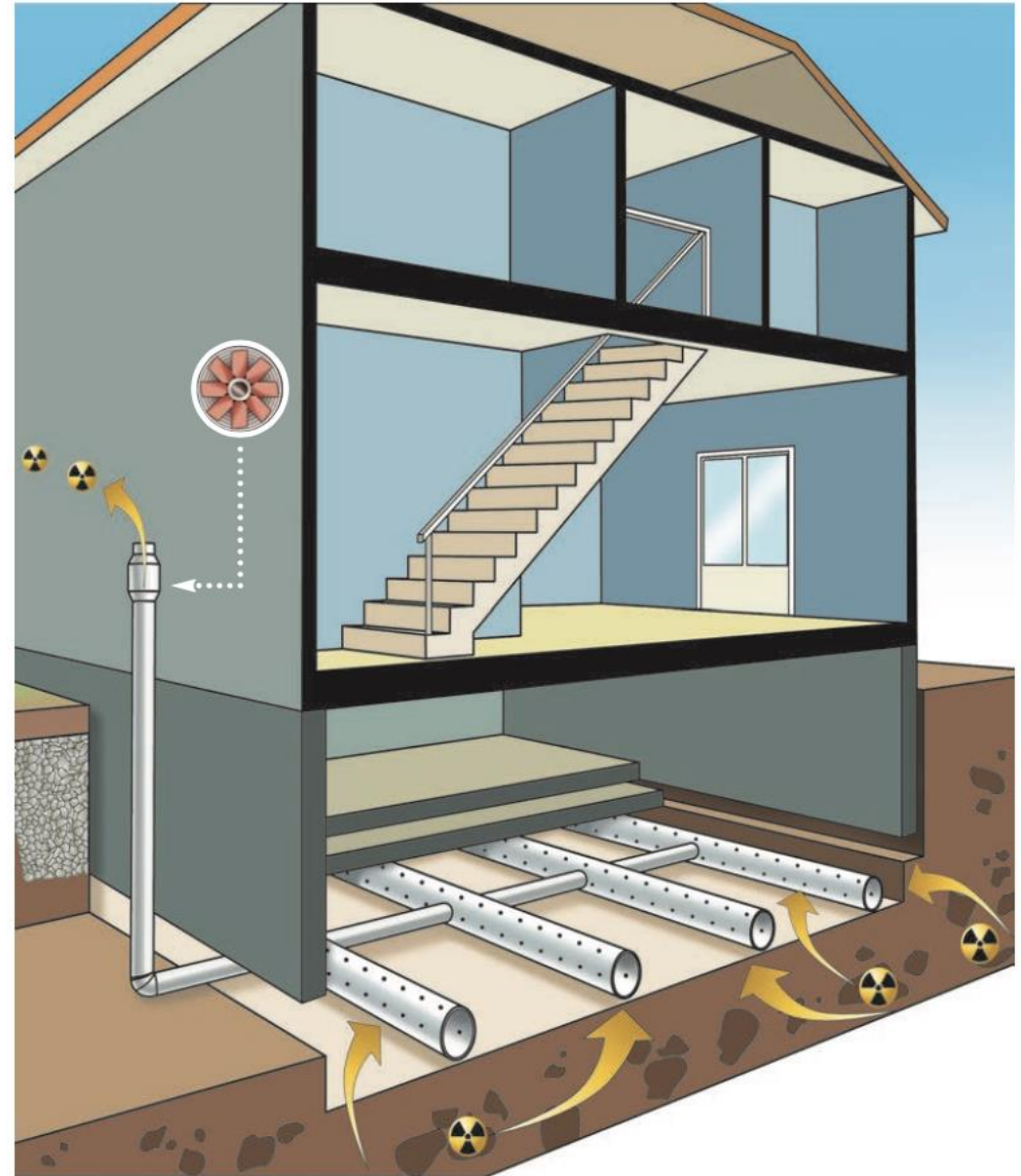
- Il vespaio aerato naturalmente sfrutta la circolazione naturale e l'effetto camino, per intercettare il radon prima che risalga nell'edificio e lo convoglia all'esterno.
- **I volumi del vespaio devono comunicare tra loro**
- Le bocchette devono essere orientate secondo la direzione principale del vento nel caso di vento dominante
- Risulta utile predisporre un condotto che, dal punto di suzione, arrivi in quota oltre il cornicione di gronda. In questo modo si massimizza l'effetto camino e l'aspirazione dal volume. Va predisposto anche in visione di un eventuale collegamento futuro con sistema di aspirazione.

# Sistema di drenaggio

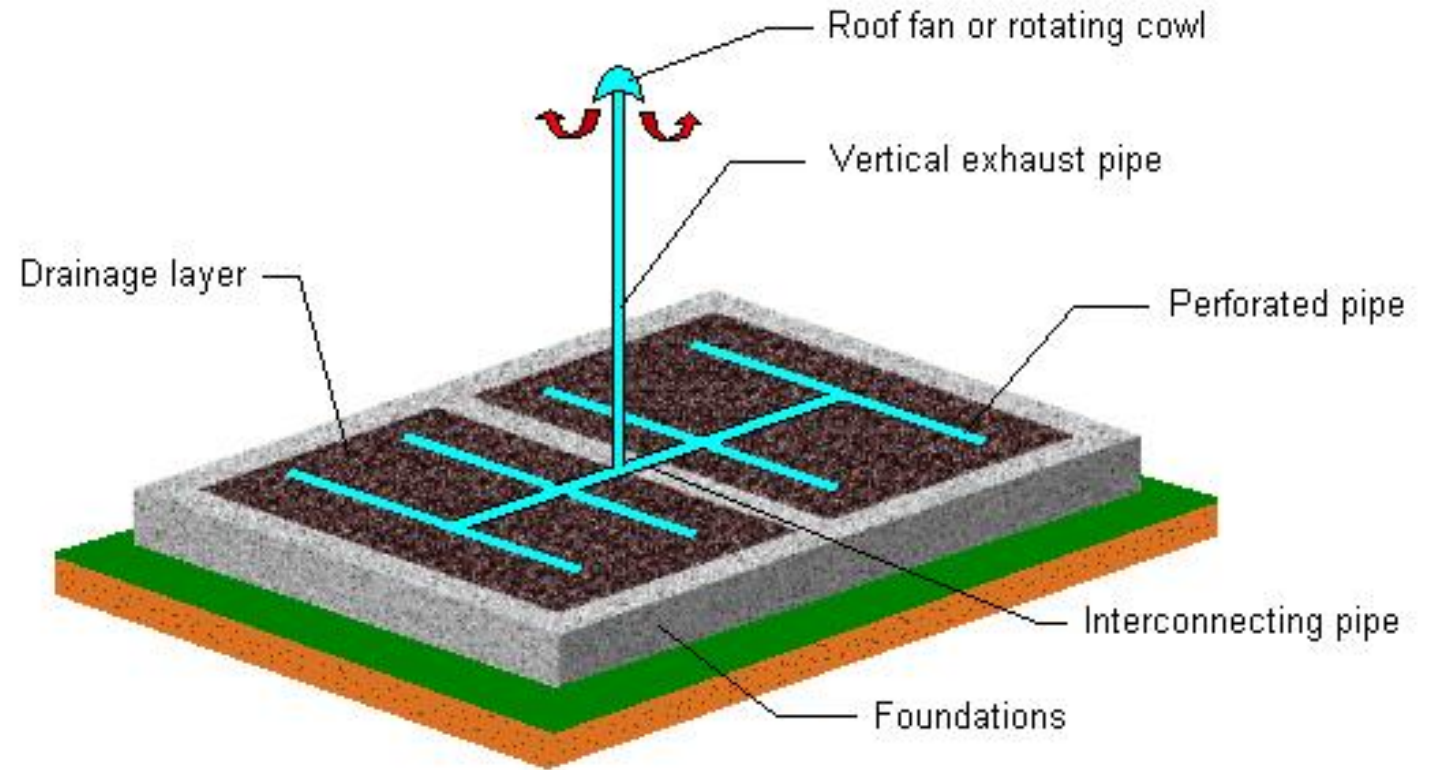
- Predisporre un sistema di drenaggio radon sotto la platea di fondazione risulta sempre vantaggioso ed è efficace sia a breve che a lungo termine.
- Qualora si rivelasse necessario, si potrà collegare un sistema di ventilazione e trasformare il sistema da passivo ad attivo.
- Lo scarico può essere interno, o esterno all'edificio.



# Drenaggio dalla platea



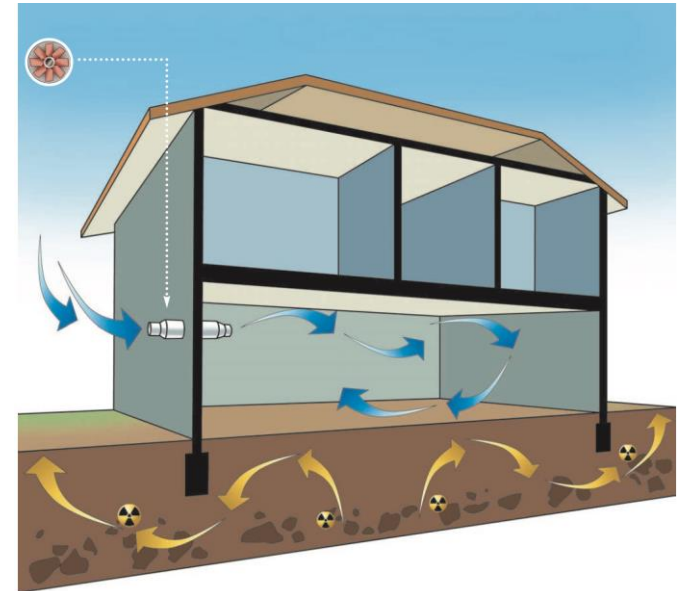
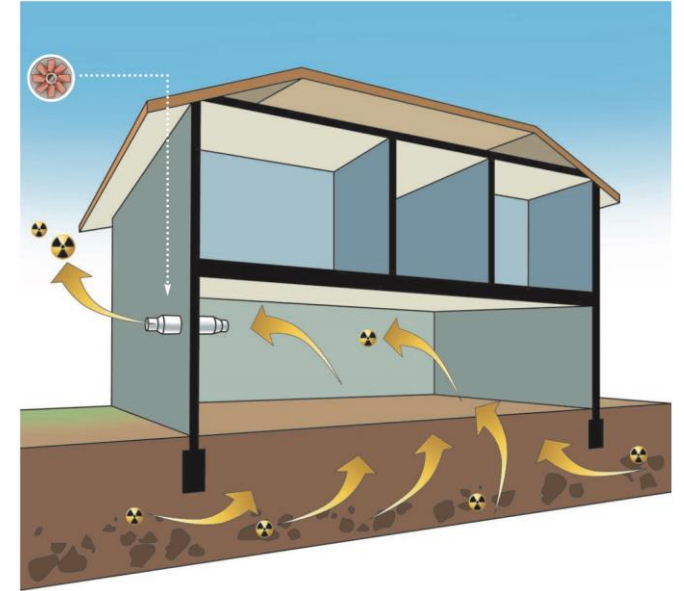
# Sistema di drenaggio

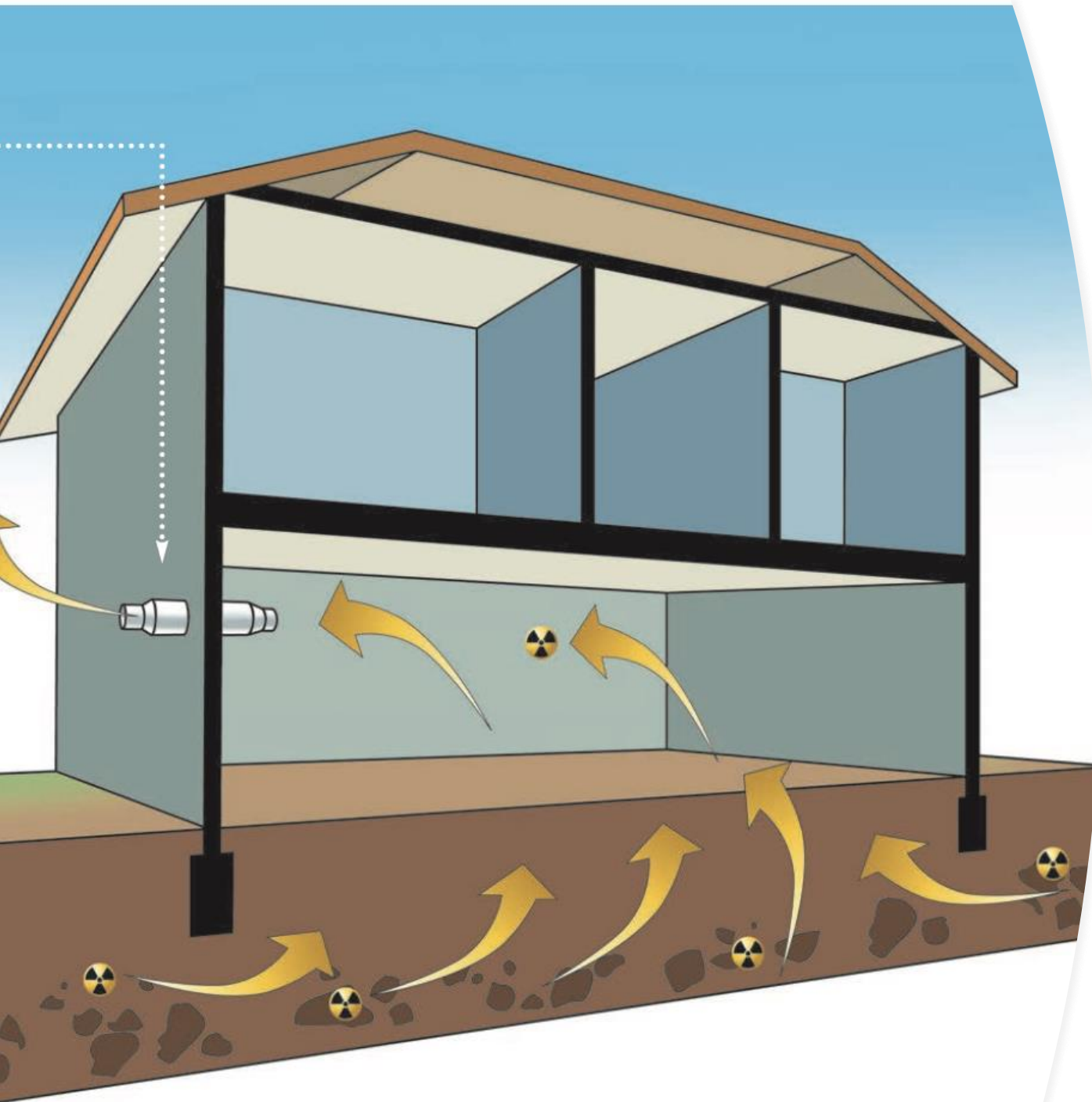


# Depressurizzare o pressurizzare?

Quando le misure di base non sono sufficienti si interviene con sistemi di ventilazione per depressurizzare o pressurizzare.

- è sufficiente invertire il flusso d'aria del ventilatore tramite interruttore, per ottenere un effetto piuttosto che un altro.
- La depressurizzazione necessita di una tubazione che conduca il gas in quota. Questo percorso deve essere lineare e rappresenta spesso una difficoltà.
- Viceversa la pressurizzazione richiede solo un punto di aspirazione alla base dell'edificio, in prossimità del ventilatore.
- Tuttavia questa presa d'aria nel caso della pressurizzazione richiede manutenzione e pulizia costante e inoltre non si conosce il percorso di espulsione del gas. Se mal progettato il sistema potrebbe comportare anche eventuali rientri.
- La pressurizzazione richiede in linea di massima potenze e costi di esercizio maggiori.





## DEPRESSURIZZARE

- Dunque nelle nuove costruzioni, potendo prevedere più facilmente i percorsi delle canalizzazioni (soprattutto di evacuazione) si preferisce la depressurizzazione, che comporta minore consumi energetici e maggiori garanzie di efficacia.

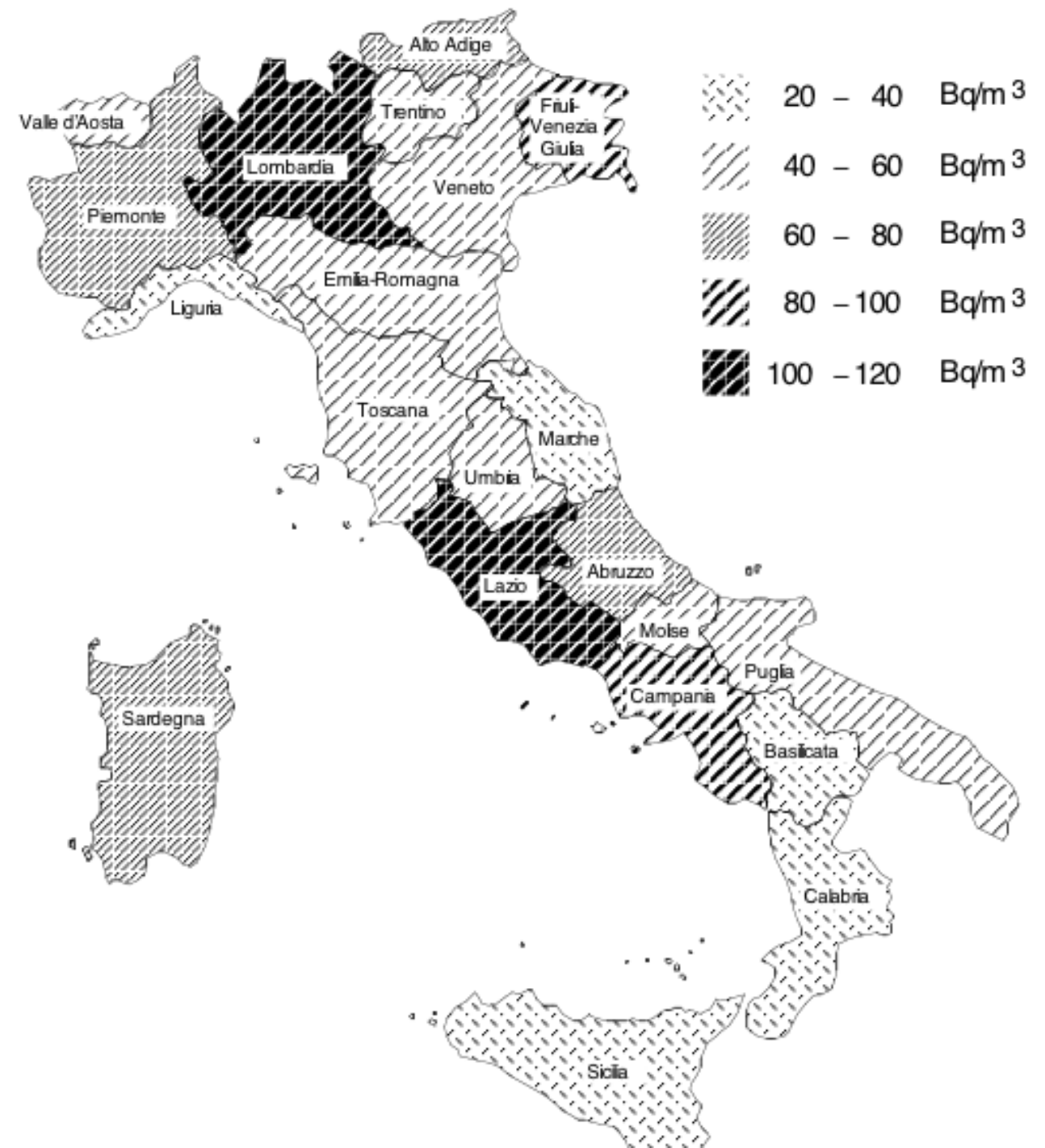




**COME  
PROCEDERE??**

# SITUAZIONE GEOLOGICA

- Consultazione delle mappe, parere di un geologo
- I valori delle mappe radon sono indicativi e non ci danno informazioni sul caso specifico. Ma possono essere di ausilio nella valutazione del rischio.





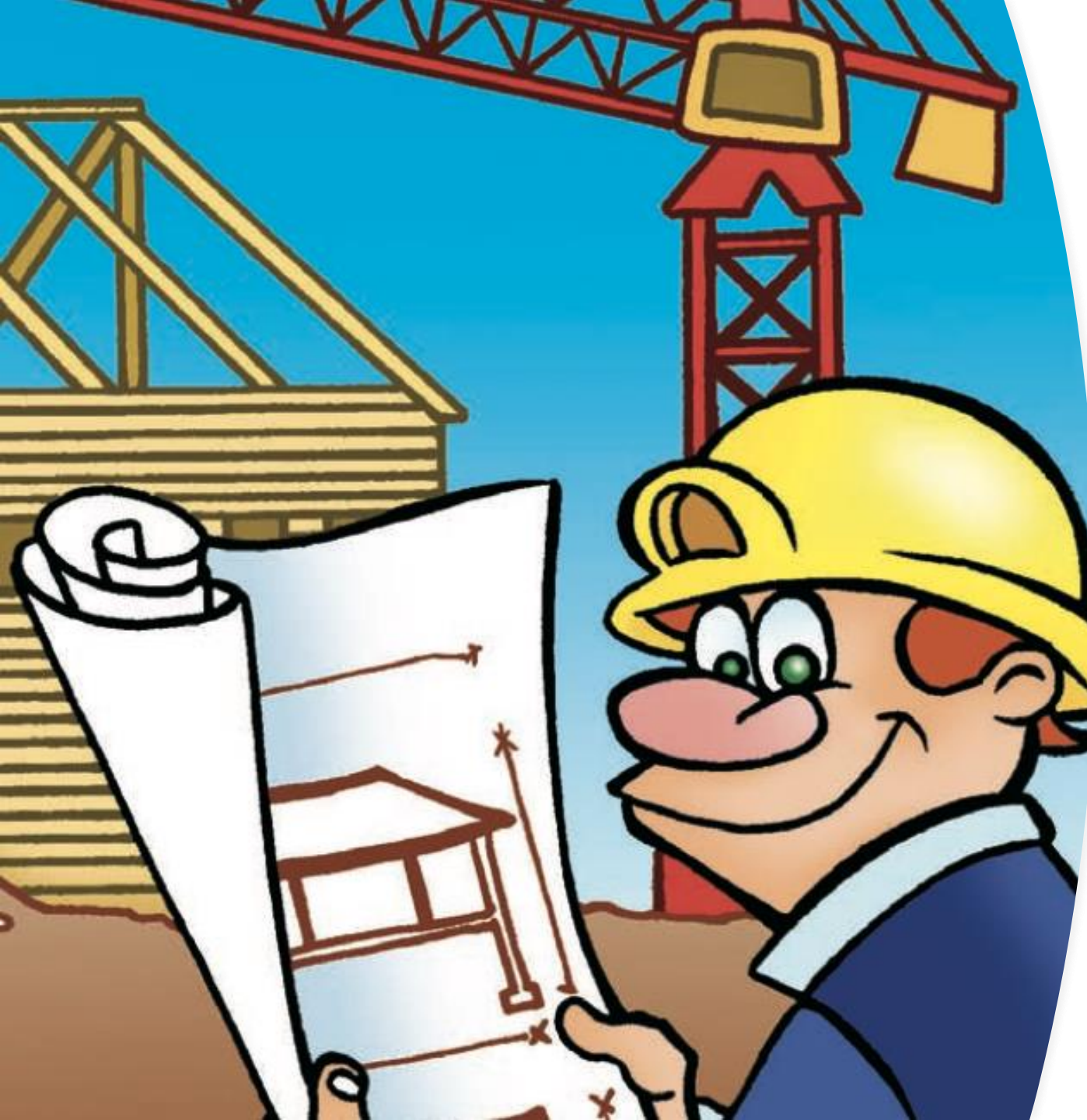
# MISURAZIONI NEL TERRENO

- Queste sono condotte con strumentazione attiva (Radon Mapper) equipaggiata con accessori specifici.
- I costi sono importanti ma in alcuni casi possono essere giustificati, nell'individuazione puntuale della distribuzione di concentrazione.
- Si eseguono varie misure (di solito una ogni 10/20 m<sup>2</sup> per terreni su cui sorgeranno abitazioni di dimensioni comuni).
- L'ideale è realizzarle sul terreno già scavato per ospitare l'edificio.
- Se le concentrazioni risultano molto variabili, la rete va infittita (da maglia larga a stretta) e vanno analizzati più punti.

# MISURE NELLE SOTTORETI

ACQUA, GAS, ELETTRICITÀ ETC





---

# PROGETTO DELL'INTERVENTO

---

- Si parte di solito da un progetto pilota, che possa subire modifiche e aggiustamenti dove necessario.
- Bisogna specificare nel dettaglio i materiali e gli elementi di progetto (tipo e potenza del ventilatore; tipi di tubi etc).
- Attenta specifica del punto di espulsione (punto critico) da verificare con misurazioni in fase di progetto.
- Piano di manutenzione da allegare al progetto.

# MISURAZIONI DI CONTROLLO

Aiutano a correggere il tiro, qualora le misure adottate non risultino efficaci. Devono ovviamente essere condotte con rivelatori attivi, che possano dare risposte in tempo reale.

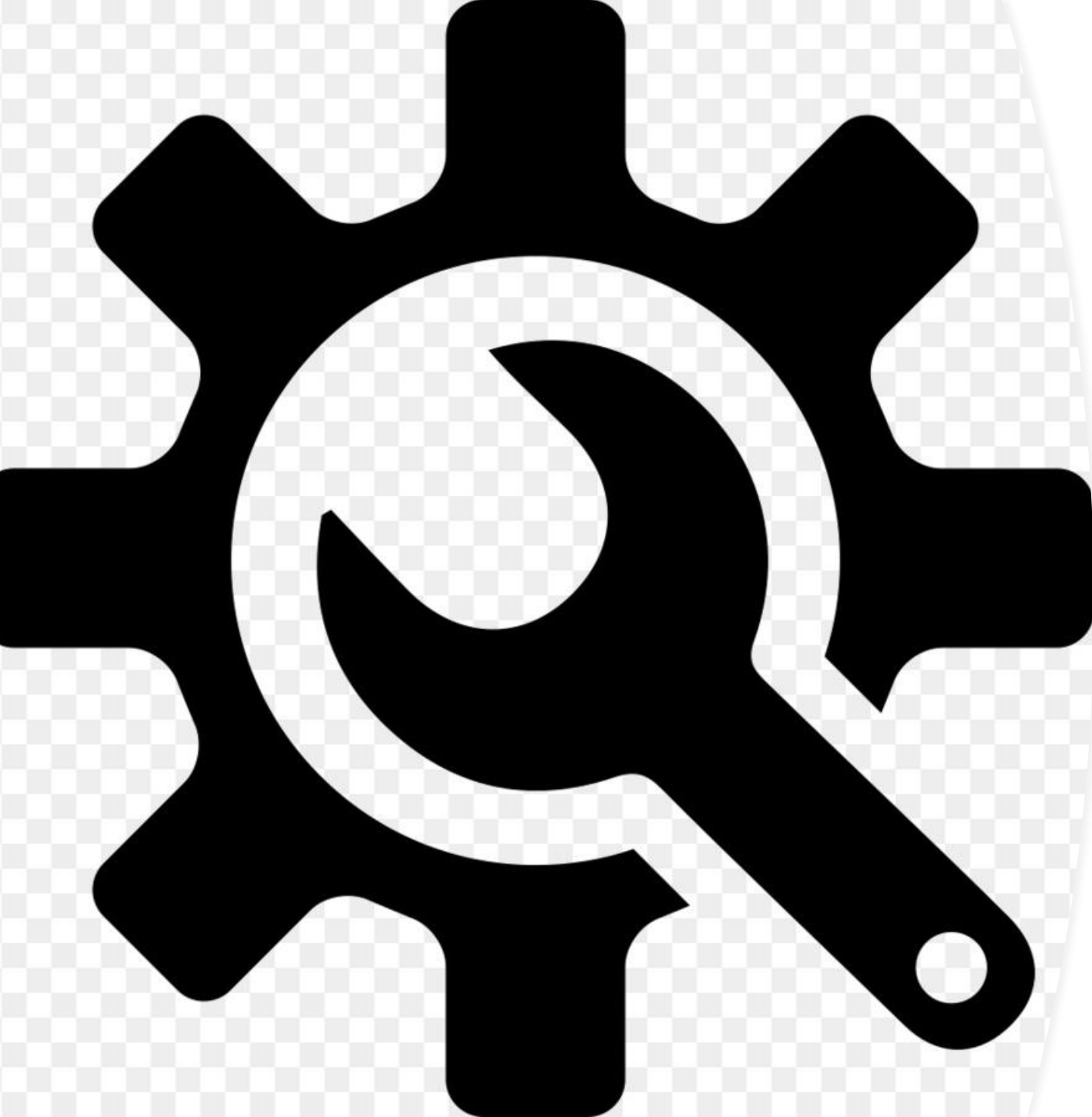
Nel caso di un sistema attivo, si consigliano prove ad impianto spento/acceso della durata di qualche settimana, per tenere conto delle variazioni giornaliere.



# Misurazioni finali

Misurazioni finali di un anno con rivelatori passivi (i.e. dispositivi CR-39) per verificare che la concentrazione media annua non superi i LDR della normativa e che il risultato ottenuto sia soddisfacente in relazione a quanto chiesto dal committente.





---

## Manutenzione

---

Importante per garantire il corretto funzionamento del sistema.

Nel caso di un sistema attivo, oltre alla pulizia del punto di espulsione, delle grate e dei condotti (che non risultino ostruiti) si consiglia di verificarne l'efficacia: tramite piccoli misuratori di pressione differenziale da mettere nel tubo di mandata, si verifica il  $\Delta p$  che il ventilatore deve garantire.





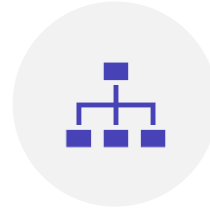
---

# CONCLUSIONI

---

- La prevenzione risulta molto importante, non solo per le restrizioni imposte dalla normativa ma soprattutto per la maggiore consapevolezza della pericolosità associata al gas radon (seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di sigaretta- OMS).
- Le misure preventive devono essere semplici, efficaci e sostenibili da un punto di vista economico.
- Il vespaio rappresenta una buona garanzia, soprattutto per la possibilità di implementare un futuro sistema attivo di depressurizzazione/pressurizzazione.

# CONCLUSIONI



UN'ATTENTA ORGANIZZAZIONE DEI LOCALI È SEMPRE CONSIGLIATA.



LE MISURE DI BASE NON SONO SEMPRE SUFFICIENTI MA RAPPRESENTANO UN PUNTO DI PARTENZA NECESSARIO.



NELLE SITUAZIONI PIÙ CRITICHE, IN BASE AL RISCHIO VALUTATO IN FASE DI ANALISI, UN SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE ATTIVO RISULTA ESSERE QUELLO CON LA PIÙ ALTA EFFICACIA



OTTENERE CONCENTRAZIONI NULLE È QUASI IMPOSSIBILE MA IN VIRTÙ DEL PRINCIPIO DI OTTIMIZZAZIONE DELLA RADIOPROTEZIONE È COSCIENZIOSO SPINGERSI QUANTO PIÙ POSSIBILE NELL'INTENTO DI ABBATTERLE.

Grazie per  
l'attenzione

