



Fondazione
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma

Corso di aggiornamento per Esperto in Interventi di Risanamento Radon ex D.Lgs. 101/2020 ss.mm.ii. - Edizione 1

PRESENTAZIONE DI CASI STUDIO

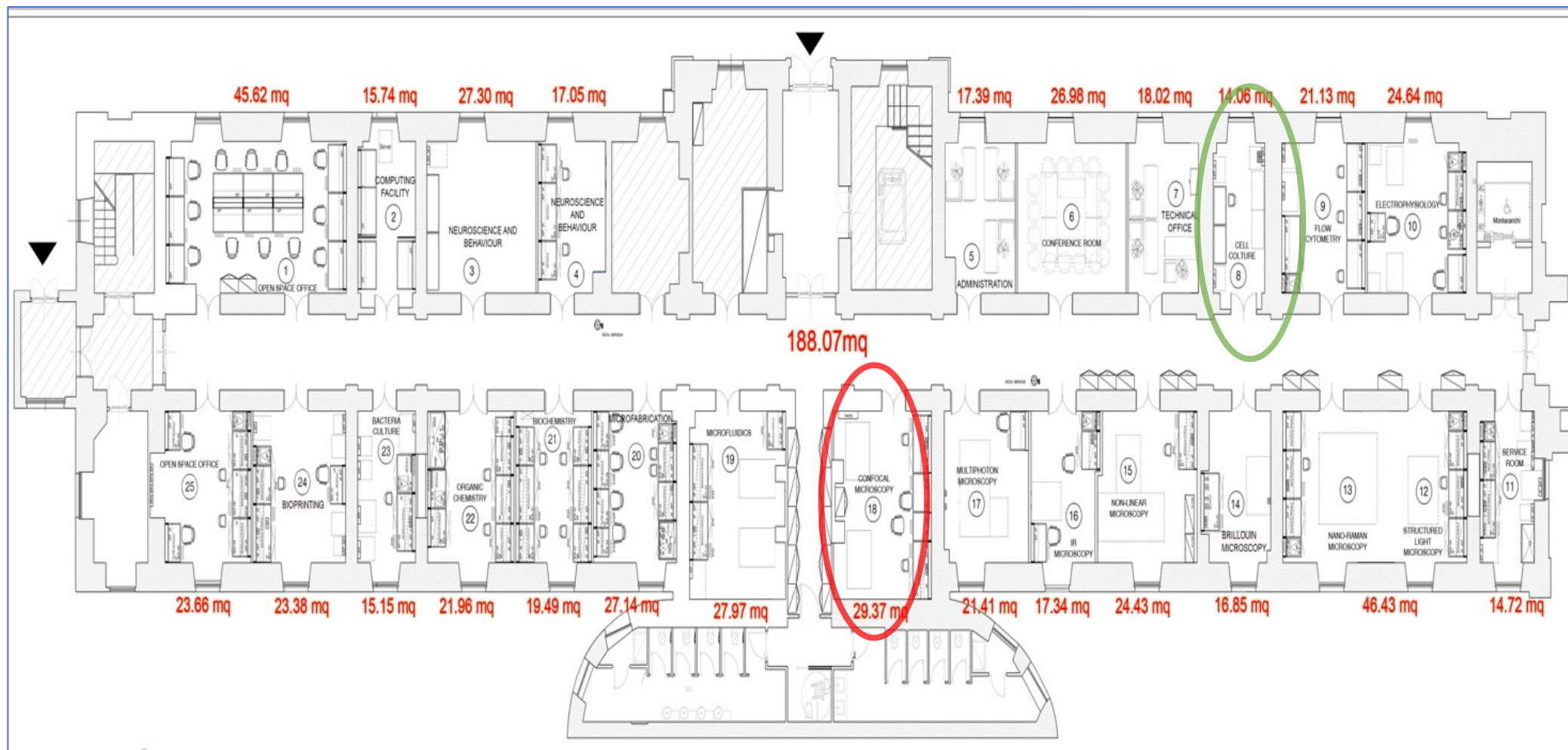
Prof. Ing. Romolo Remetti

Roma, 23 gennaio 2024

Edificio
risalente al
terzo decennio
dello scorso
secolo al
centro di Roma



Il piano interrato presentava concentrazioni medie annue variabili da circa 200 Bq m⁻³ a circa 800 Bq m⁻³

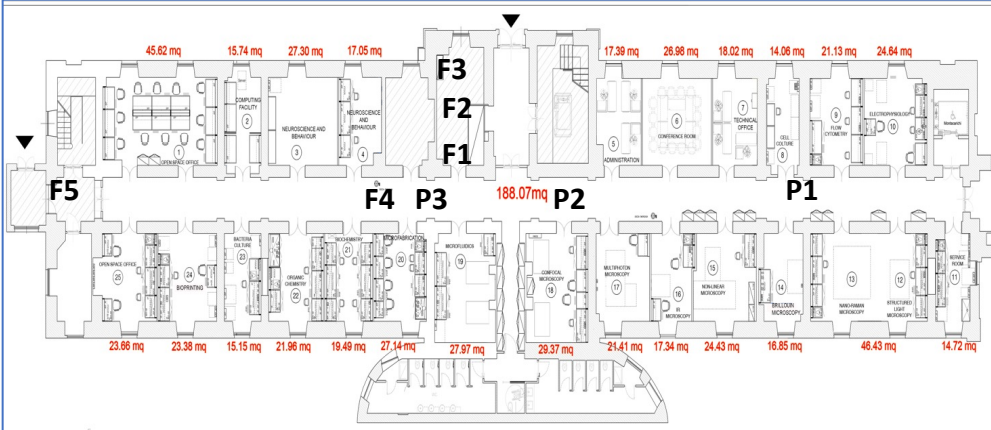


Azioni preliminari

Sono state condotte le seguenti misurazioni:

- concentrazioni di radon nei pozzetti d'ispezione della fognatura (canale fognario secondario) che si trova al di sotto del pavimento del corridoio tramite strumentazione attiva;
- concentrazione di attività di radon in aria al di sotto del pavimento (praticando piccoli fori) tramite strumentazione attiva;
- pressione differenziale per valutazione della permeabilità ;
- Concentrazione di attività di radon in aria ambiente con monitori attivi.

Misure radon in pozzetti, sotto pavimentazione, canalizzazioni:



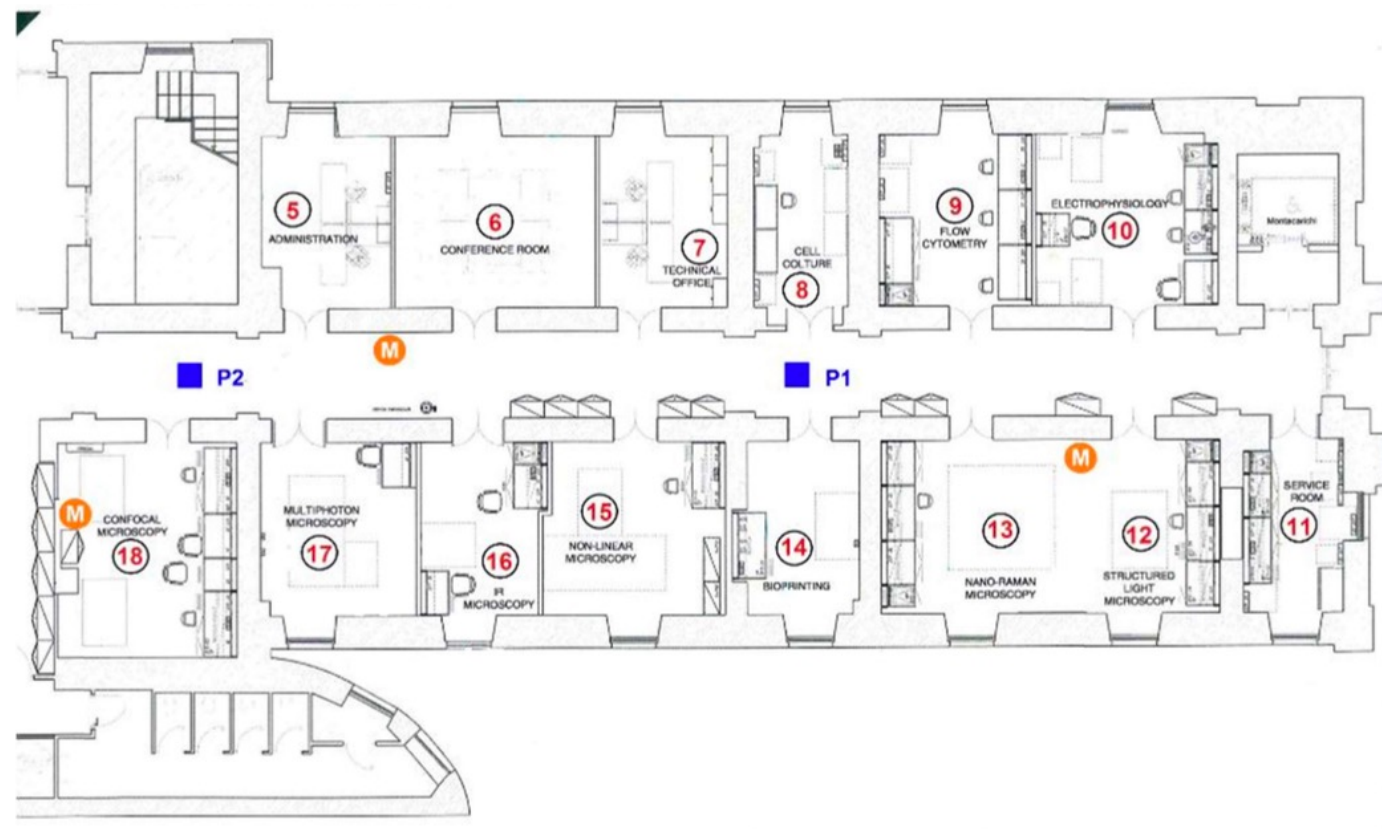
Rif. planimetria	Profondità	Concentrazione radon Bq/ m ³	NOTE
P1	15 cm	4200	
P3	40 cm	4000	
F1	20 cm	9000	Locale tecnico
F2	10 cm	35000*	
F3	20 cm	40000*	
F3	40 cm	Rn-222: 1000 Rn-220: 25000	Discriminazione radon toron
F4	40 cm	1000	Corridoio
F5	40 cm	3500	Corridoio
Locale 13		7000	Scatola elettrica a pavimento
Locale 18		20000*	Pavimento-scarico ex fan coil
Locale 19		6000	Foro fan coil

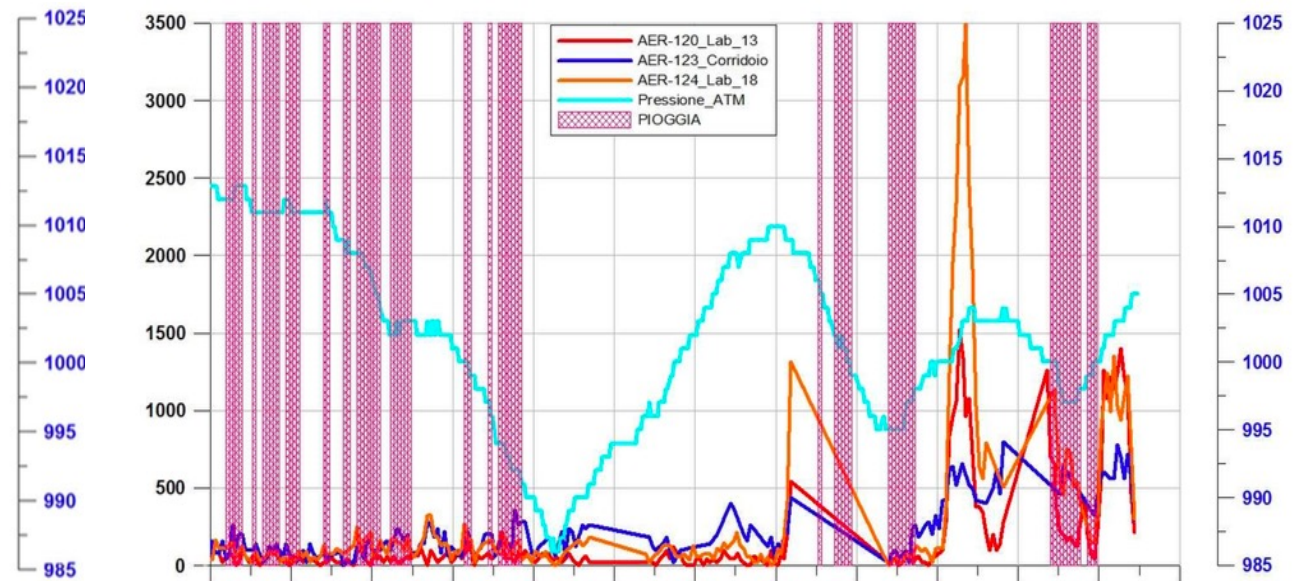
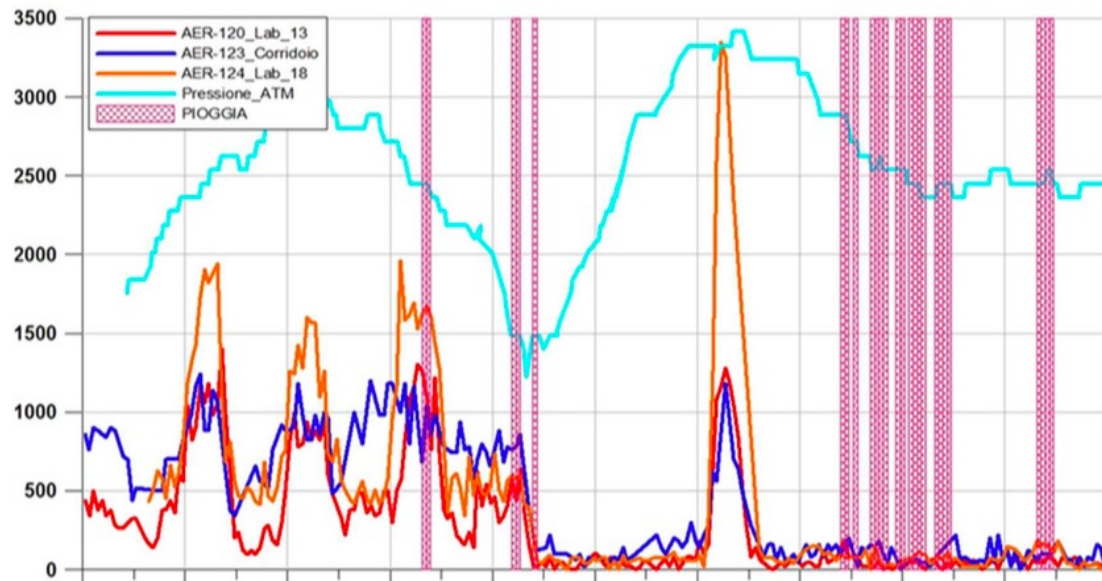
P = Pozzetto di ispezione tubo scarico corridoio

F = Fori pavimentazione

*concentrazione da attribuirsi in gran parte all'isotopo Radon 220 (Toron). Tale isotopo ha una vita media molto breve e percorre solo brevi distanze, quindi lo rileviamo in concentrazioni significative solo vicino alla sorgente, in questo caso presumibilmente i materiali da costruzione.

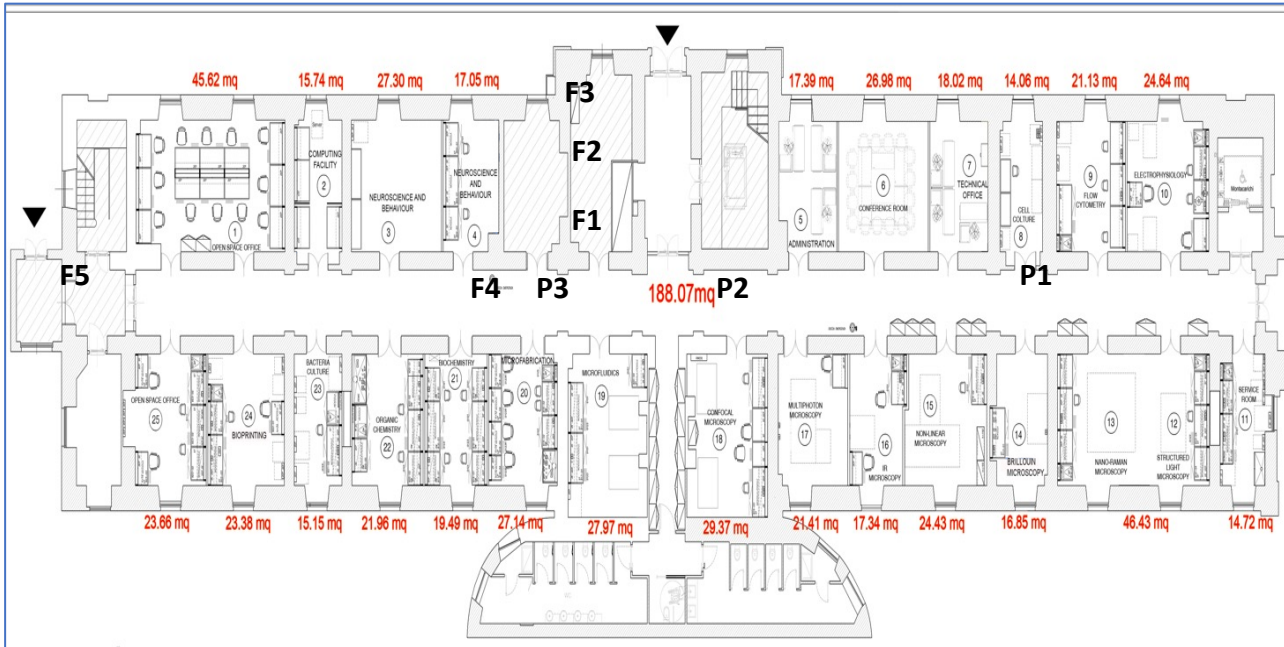
Misure radon
con monitori:
relazione con
parametri
ambientali





Si nota una correlazione tra diminuzione di concentrazione di attività di radon e precipitazioni atmosferiche

Misure di permeabilità



Si stima qualitativamente la permeabilità del suolo, misurando il differenziale di pressione tra due punti.

Questo si fa aspirando aria da uno dei fori praticati nel pavimento e misurando in un secondo punto, il differenziale di pressione indotto.

Questo si fa per stimare l'efficacia di un eventuale impianto di aspirazione dal suolo.

Da F1 a F3 si rilevano 15/18Pa. Buona permeabilità.

Da F1 a F4 (locale-corridoio) nessuna permeabilità.

Questo indica che i due ambienti sono separati a cause delle pareti divisorie di grande spessore (50 cm), presenti ben sotto la pavimentazione.

Risultati: analisi dei dati

- Concentrazioni di radon elevate in alcuni locali (12, 13, 18, corridoio) e più contenute altrove.
- Le misure sotto il pavimento hanno evidenziato valori variabili ma piuttosto alti (rispetto ai pozzetti d'ispezione ad esempio). Si evidenzia anche la presenza significativa del toron, probabilmente da materiali da costruzione.
- Le misure con rivelatori attivi evidenziano dei picchi (come prevedibile) nelle ore notturne e nei giorni di assenza del personale.
- I periodi con le concentrazioni più basse sembrano coincidere con i periodi di pioggia.
- Non si evidenzia una correlazione significativa invece con la pressione atmosferica.



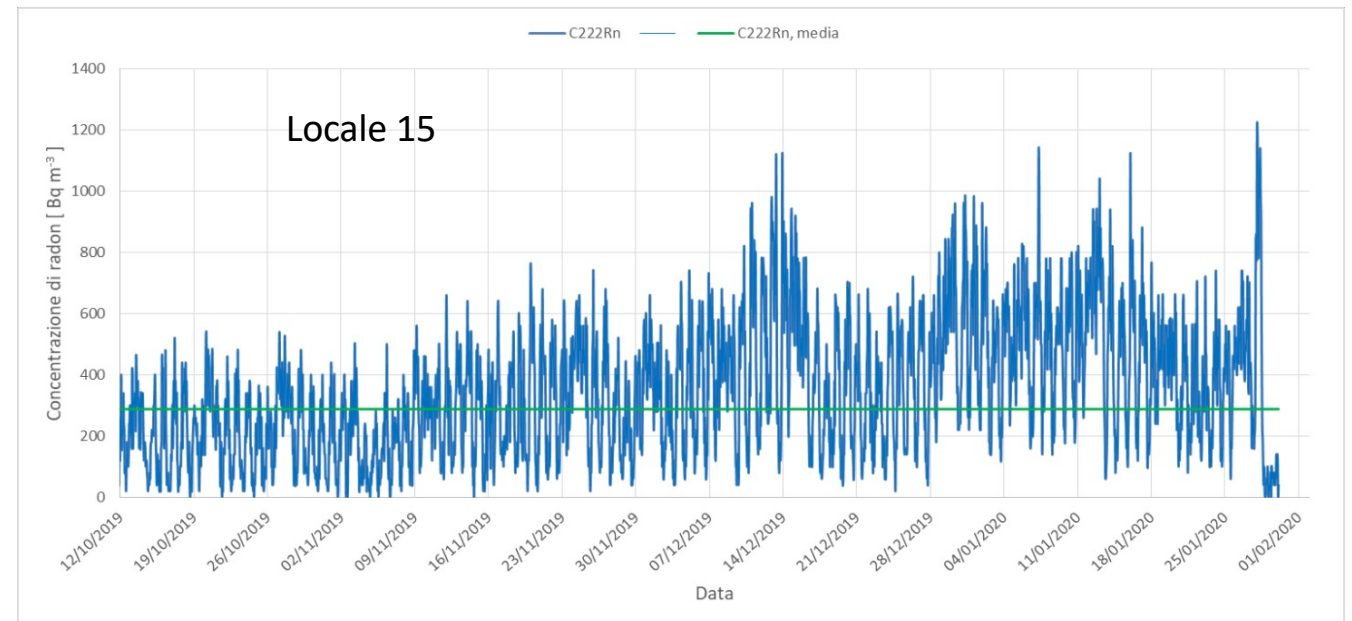
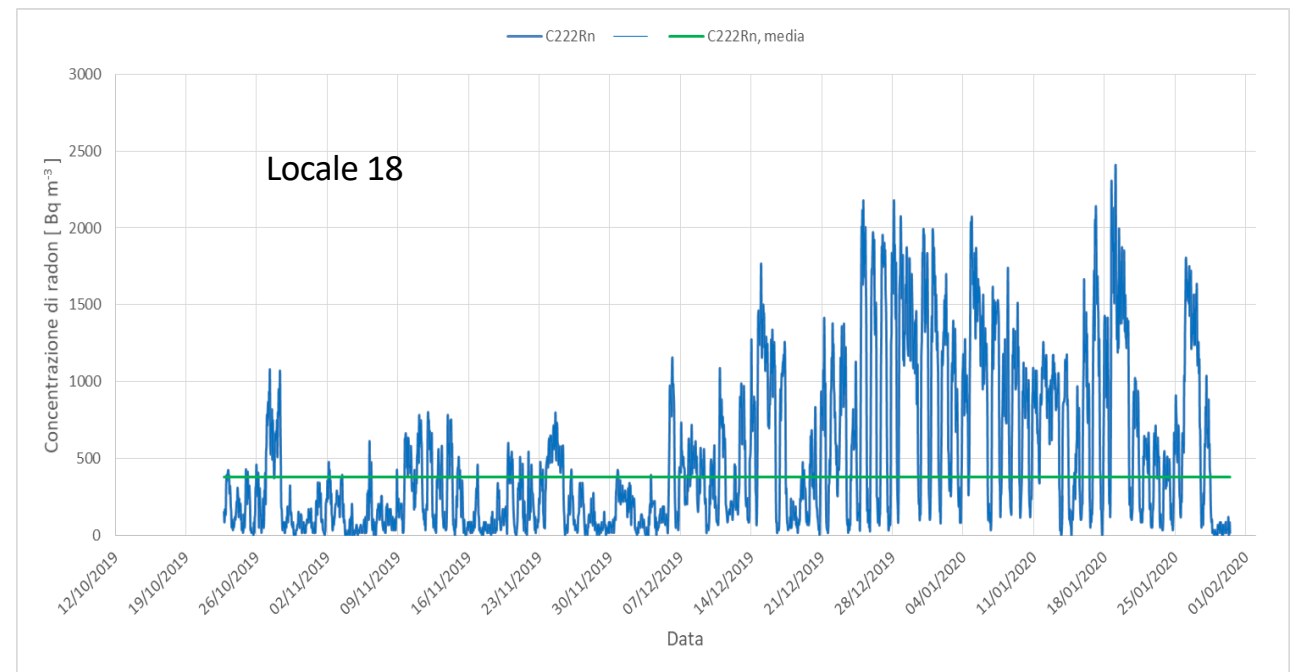
Possibile interpretazione

- I pozzetti hanno tubi di scarico che gettano al di sopra del pelo libero del condotto fognario.
- In assenza di precipitazioni, il pelo libero dell'acqua non sale e il radon trova un condotto di risalita dal suolo, proprio in questi tubi, fin dentro i locali.
- Quando piove invece il livello si alza e l'acqua riempie i tubi di scarico, impedendo la risalita del gas.

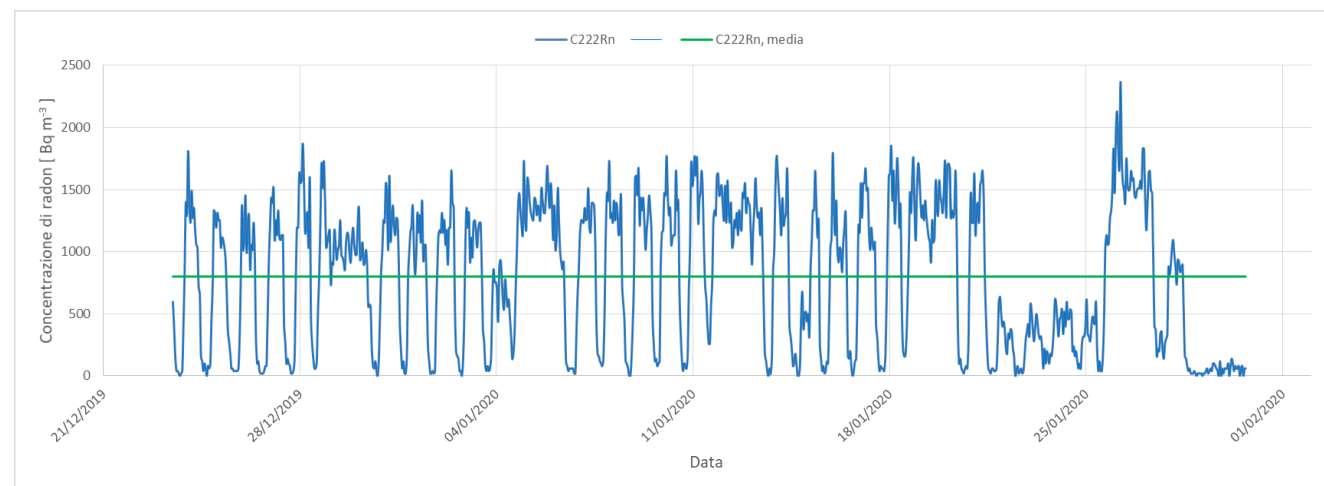
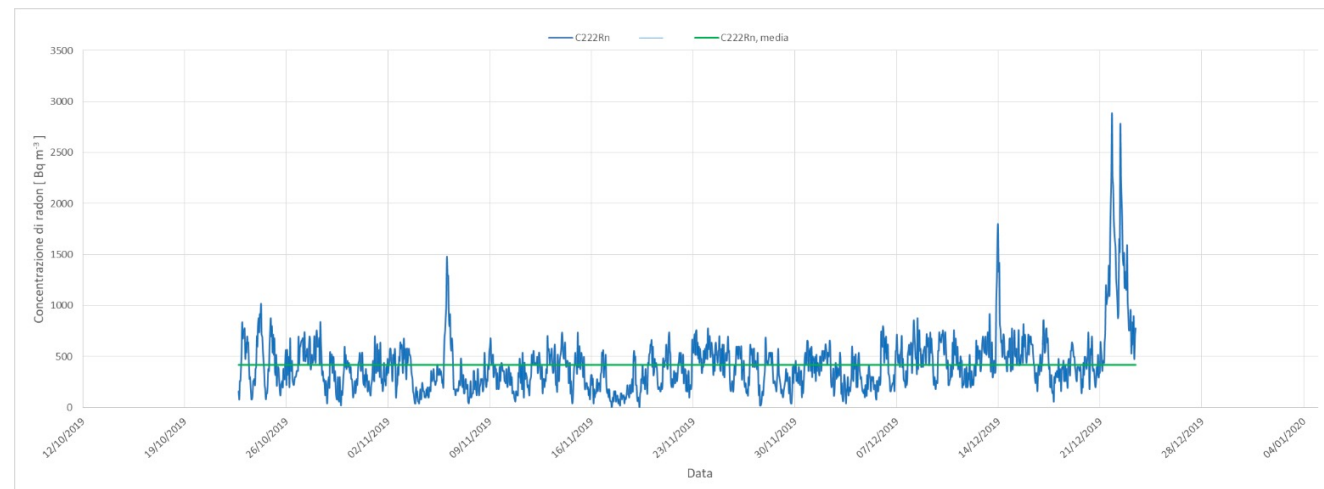


Dopo aver quindi sifonato gli scarichi non più utilizzati dei pozzetti esterni, si è pensato di sigillare i pozzetti d'ispezione interni, con calcestruzzo e una schiuma radon-proof (schiume poliuretatiche autoespandenti).

Monitoraggio attivo locali 15 e 18



Monitoraggio attivo locali 2 e 8



Analisi dei risultati



- Analizzando l'andamento dei valori misurati a monte e a valle delle operazioni di "sifonatura" dei pozzetti non si è riscontrata una variazione significativa della concentrazione di radon indoor nei locali monitorati.
- Si è proposta un'azione più invasiva che, viste le caratteristiche dell'edificio, consentisse la **depressurizzazione del vespaio sottostante**.
- Esecuzione di sondaggi esplorativi del vespaio, da un muro perimetrale esterno.
- Lo scopo è quello di verificare la continuità idraulica tra il volume del vespaio e l'ambiente interno ai locali, nelle immediate vicinanze del foro da praticarsi. Questa operazione è propedeutica all'installazione di un impianto di aspirazione pilota.
- Il sondaggio è stato eseguito inserendo un tubo, collegato ad un impianto aspirante, in modo da consentire la verifica tramite misura della pressione differenziale.

Scelta del sistema di ventilazione



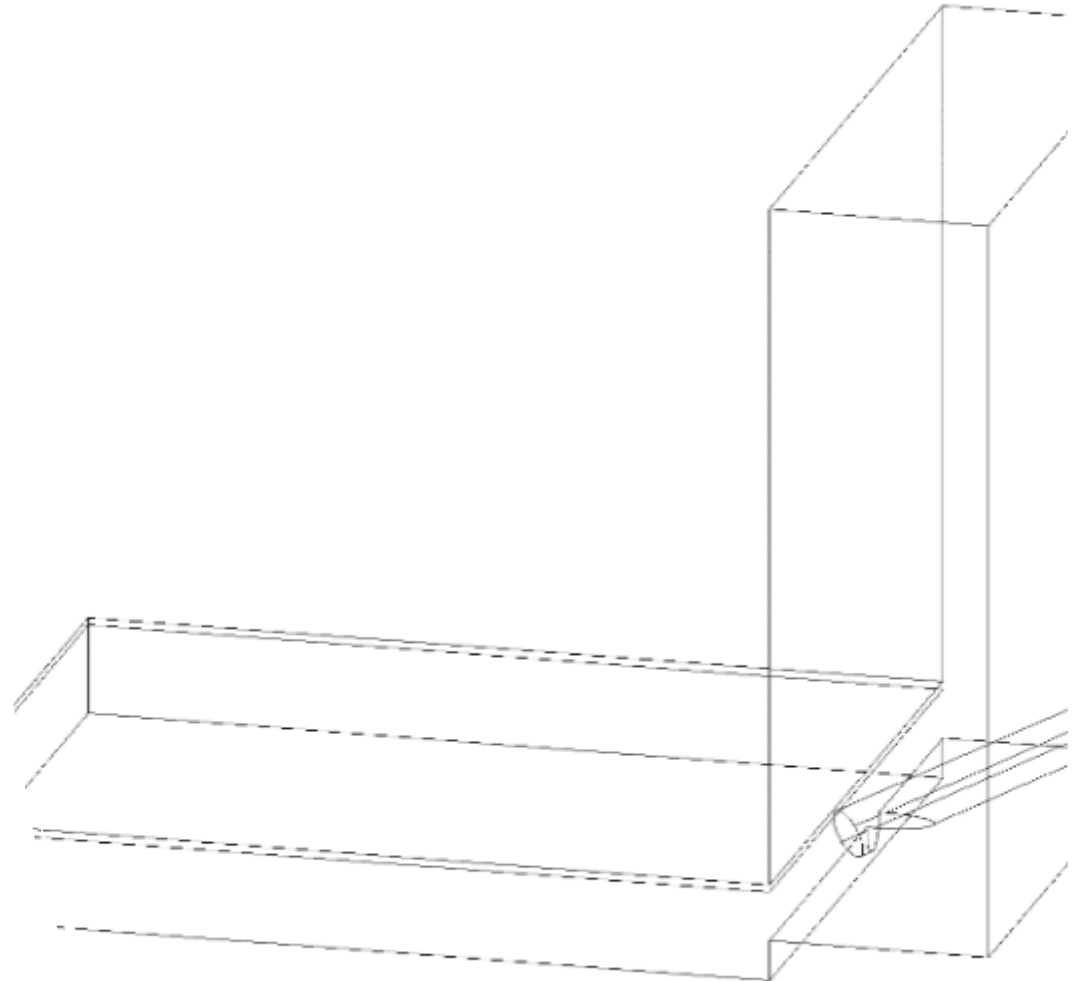
**Conforme alla direttiva ErP
2009/125/CE
E al regolamento EU
1253/2014.**

Parametri di scelta :

- Diametro (in relazione alle tubazioni da installare)
- Portata
- Potenza e assorbimento
- Rumorosità
- Resistenza all'acque e alle temperature.

Installazione del primo aspiratore: A

- Installazione del primo aspiratore in corrispondenza della stanza 18 e successivo monitoraggio tramite rivelatori a controllo remoto.
- Per il punto d'installazione si è scelto, dopo l'esito positivo di sondaggi preliminari, la zona disimpegno bagni.
- Il ventilatore è stato posto in collegamento idraulico con il vespaio tramite un foro da 10 cm praticato nella parete di separazione tra il disimpegno bagno e il loc. 18., con un'inclinazione di 30° rispetto al piano di calpestio.
- L'aspirazione del ventilatore è stata realizzata tramite tubazione in PVC da 10 cm, inserito per una lunghezza di 20 cm all'interno del foro nella parete.
- La mandata dell'aspiratore è stata collegata tramite condotto flessibile in PVC, alla finestra esterna dello spazio dedicato ai bagni femminili.

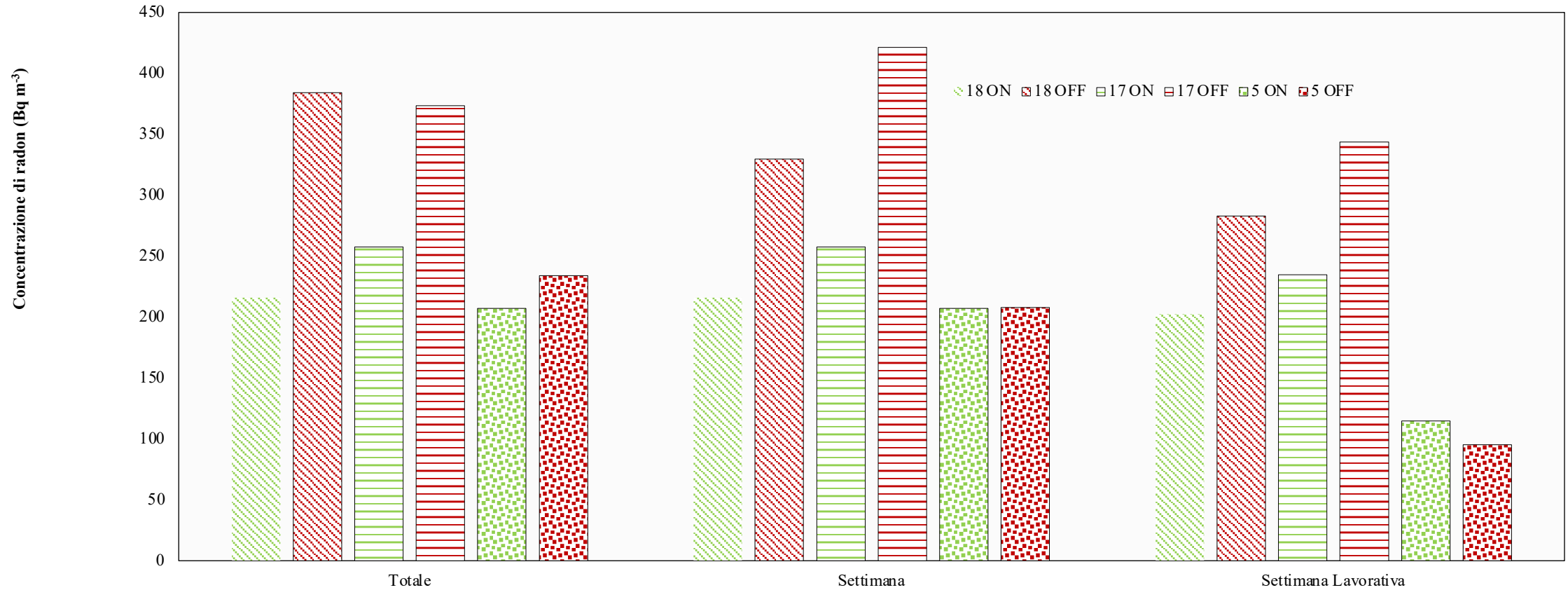


Verifica del sistema a breve termine

- Installazione di tre rivelatori a controllo remoto in corrispondenza delle stanze 18, 5, 17 per verificare l'efficacia dell'intervento.
- Rivelatori utilizzati : del tipo a semiconduttore (silicio); filtro per prevenire ingresso della progenie; raccolta elettrostatica dei figli prodotti all'interno della camera, in corrispondenza dell'elemento sensibile; sensibilità 25 cph per 100 Bq m^{-3} .
- Monitoraggio di due settimane, con un preciso protocollo di accensione e spegnimento dell'aspiratore A.



Verifica del sistema a breve termine



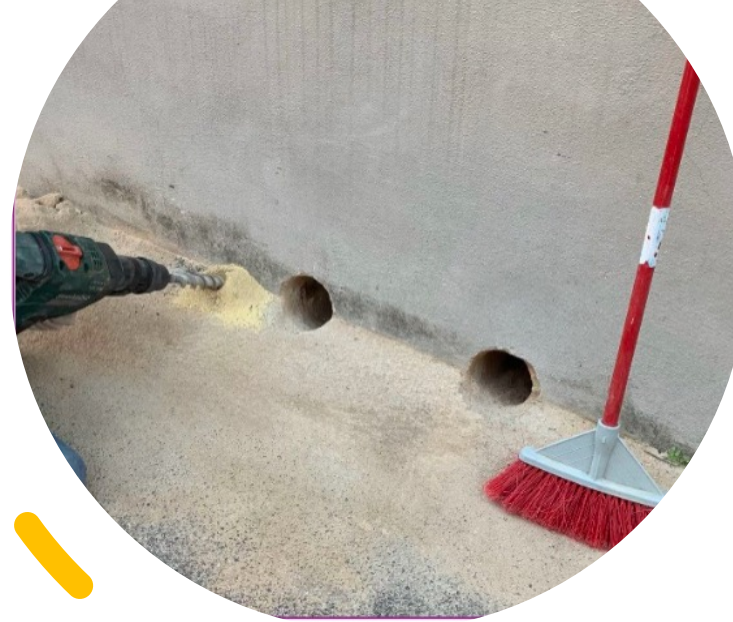
Verifica sistema a breve termine

		Totale			Settimana			Settimana lavorativa		
Stanza	Rivelatore	$C_{Rn,ON}$	$C_{Rn,OFF}$	$\Delta\%$	$C_{Rn,ON}$	$C_{Rn,OFF}$	$\Delta\%$	$C_{Rn,ON}$	$C_{Rn,OFF}$	$\Delta\%$
		(Bq m ⁻³)	(Bq m ⁻³)		(Bq m ⁻³)	(Bq m ⁻³)		(Bq m ⁻³)	(Bq m ⁻³)	
18	18019	216	384	44%	216	330	35%	202	283	28%
17	18012	257	373	31%	257	421	39%	235	344	32%
5	19026	207	234	11%	207	208	0%	115	95	-21%

- L'efficacia del ventilatore A appare evidente per i locali 17 e 18.
- Per questi locali l'accensione del ventilatore A comporta una riduzione della concentrazione di attività del 44% e del 31%.
- Come prevedibile, l'aspiratore A non ha avuto un grande effetto sul locale 5 (presenza del mura di separazione come abbiamo già detto).

Installazione del secondo aspiratore: B

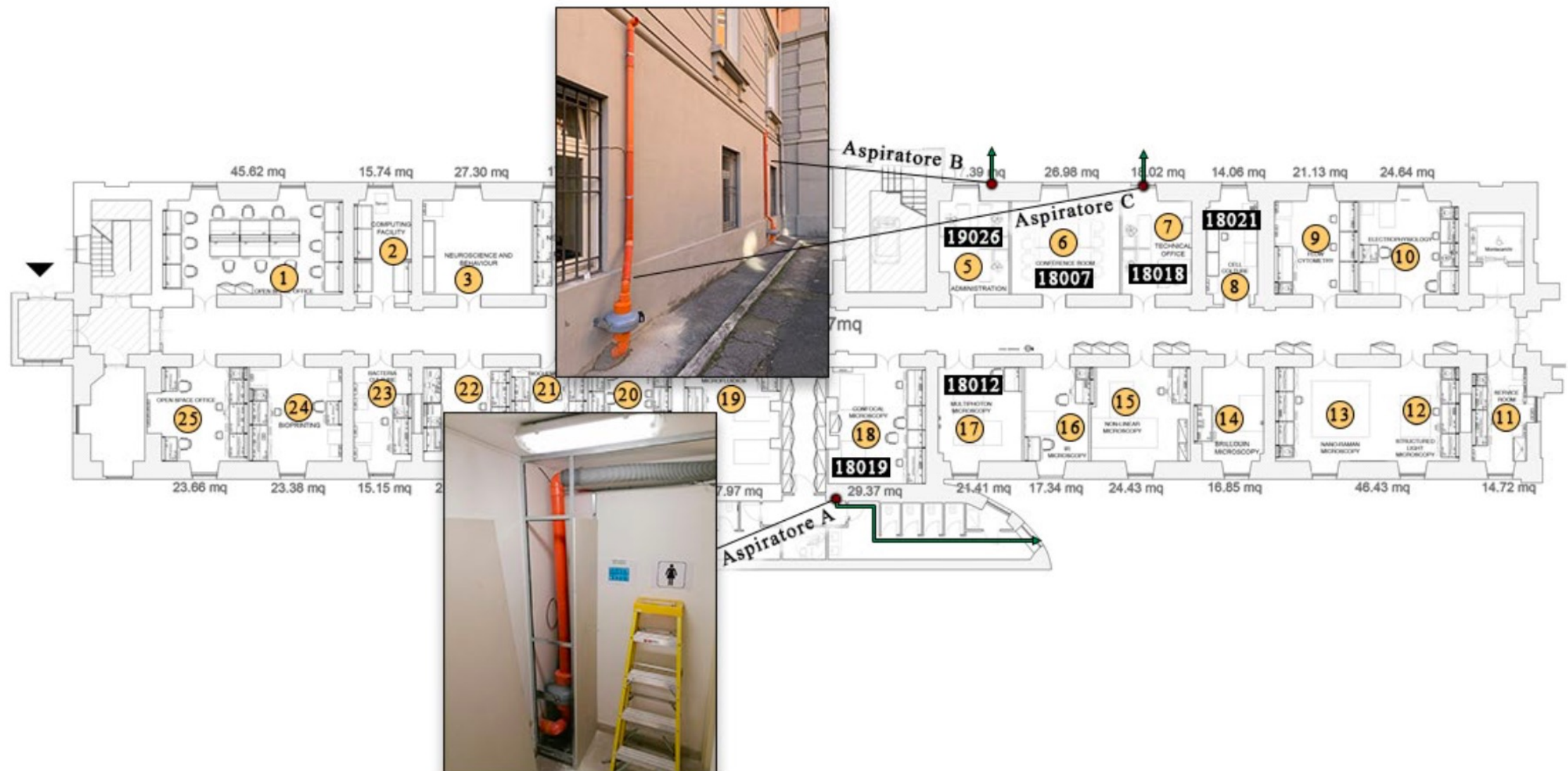
- Si è decisa quindi l'installazione di un secondo aspiratore in corrispondenza del locale 5.
- Il foro (100 mm) è realizzato nel muro perimetrale esterno, con un'inclinazione di 40 ° rispetto al piano di calpestio.
- L'aspirazione del ventilatore è stata realizzato tramite tubo in PVC (diametro 100 mm) inserito per 20 cm di lunghezza all'interno di questo foro.
- La mandata dell'aspiratore, tramite analogo tubo in PVC, è stata realizzata sulla facciata esterna dell'edificio con sviluppo interamente verticale. Essa termina ad un'altezza intermedia tra le finestre del piano terra e del primo piano e con un gomito (per scongiurare eventuali rientri).



Installazione del terzo aspiratore: C

- In modo del tutto analogo si è installato il terzo aspiratore (C) in corrispondenza della stanza 7.

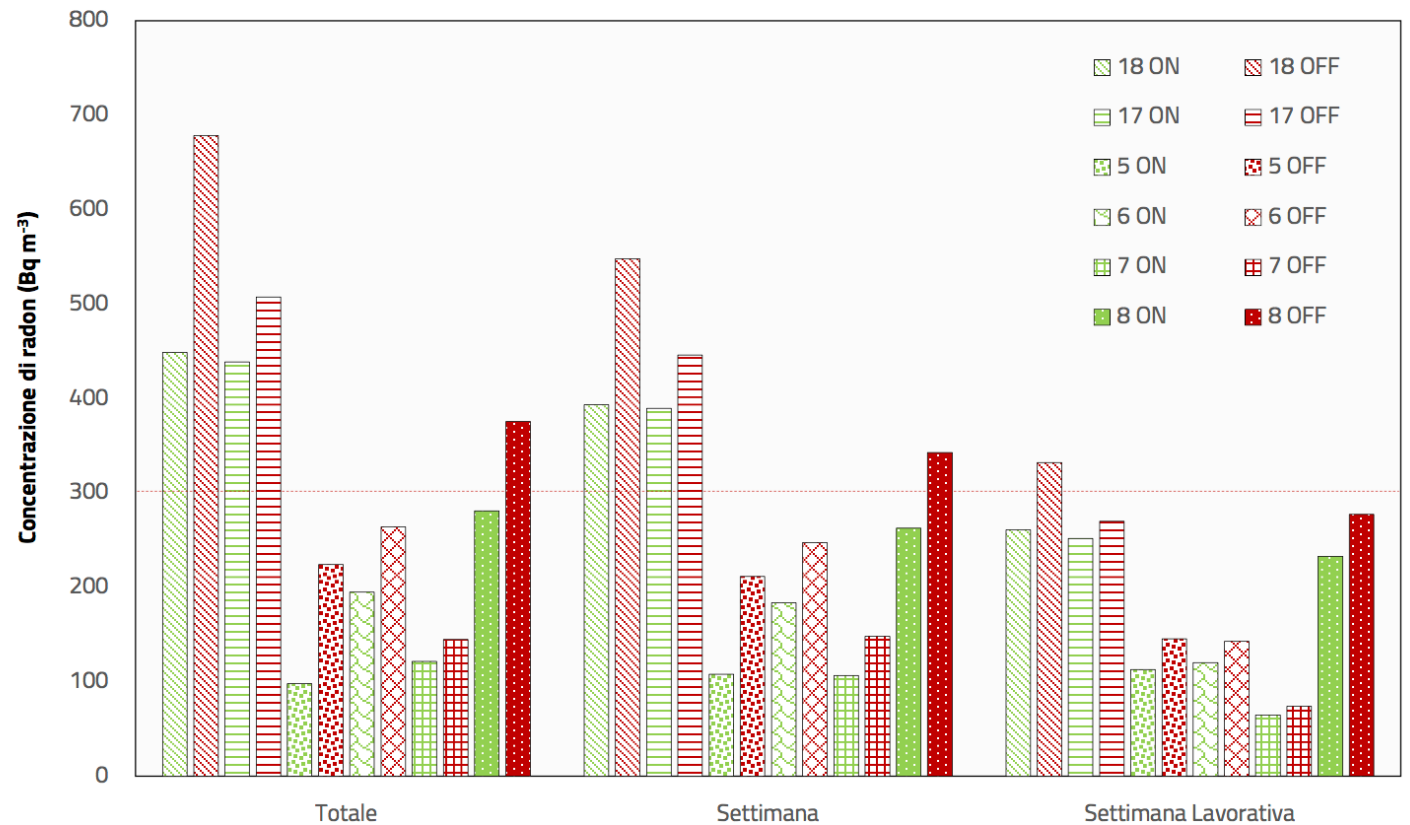




Configurazione finale

Verifica del sistema a lungo termine

- Si sono installati 6 rivelatori nei locali in corrispondenza degli aspiratori e in alcuni spazi limitrofi, per un monitoraggio della durata di circa due mesi, con opportuno protocollo di accensione/spegnimento.



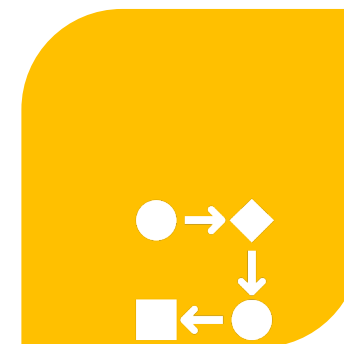
Criticità che emergono (vecchi edifici)



È SEMPRE IMPORTANTE UN SOPRALLUOGO ATTENTO, INFATTI PUÒ RISULTARE DIFFICOLTOSO REPERIRE TUTTA LA DOCUMENTAZIONE NECESSARIA. L'ESPERIENZA È CHIARAMENTE LO STRUMENTO PIÙ IMPORTANTE, IN CASI SIMILI.



LA VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ, TRAMITE PROVE DI DEPRESSIONE IN PICCOLI FORI, È SEMPRE CONSIGLIABILE, PER VALUTARE AL MEGLIO L'INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO PILOTA DI DEPRESSURIZZAZIONE. I VECCHI EDIFICI HANNO INFATTI MURATURE ANCORA PIÙ IMPORTANTI E NON SEMPRE IL LORO PASSAGGIO AL DI SOTTO DELLA PAVIMENTAZIONE È CHIARO: POTREBBERO COSTITUIRE UNA BARRIERA PER L'ASPIRAZIONE.



RENDERE ERMETICI I PUNTI DI PASSAGGIO (COME NEL CASO DELLA SIGILLATURA DEI POZZETTI D'ISPEZIONE) NON È CONSIGLIABILE, PROPRIO IN VIRTÙ DELLO STATO DELL'EDIFICIO CHE, DATA L'ETÀ, COMPORTA UN MAGGIOR NUMERO D'INFILTRAZIONI ANCHE INATTESE.



La presenza di un vespaio è sicuramente positiva ma non è sufficiente sfruttarlo, senza attente verifiche. Infatti questa struttura deve essere ben progettata, per il fine di intercettare il radon prima che arrivi nell'edificio e allontanarlo. In particolare i volumi non devono essere isolati, le bocchette d'aria devono essere sufficienti e ben orientate: se ad esempio ho un vento dominante che contrasta l'aereazione del vespaio, ottengo l'effetto contrario. Tutte cose da verificare in corso d'opera.



Analisi della variabilità temporale : importanza delle misure short term per valutare i tempi di crescita delle concentrazioni. Le misure attive hanno consentito di individuare una correlazione tra la pioggia e la rapida risalita del radon: in generale quando le concentrazioni aumentano molto rapidamente, significa che abbiamo una buona permeabilità e che il radon non proviene da punti troppo profondi (considerazioni importanti per la progettazione dell'impianto pilota).



Nelle misure short term per verifica dell'impianto pilota è sempre meglio ricreare le peggiori condizioni possibili (intervenire in inverno, porte e finestre chiuse) altrimenti si rischia di sottostimare.

Scelta dei componenti: le tubazioni

- Le tubazioni drenanti devono essere forate (preferibilmente nella parte inferiore) per captare meglio il radon.
- Le tubazioni di espulsione devono invece essere continue.
- Possono avere il giunto a bicchiere se drenanti (non devono garantire in questo punto la tenuta perfetta), al contrario dei tubi continui che conducono all'espulsione. Questi ultimi possono connettersi agli altri tubi con manicotti elettrosaldati, per scongiurare le perdite di carico che invece si verificherebbero in un collegamento testa-testa.



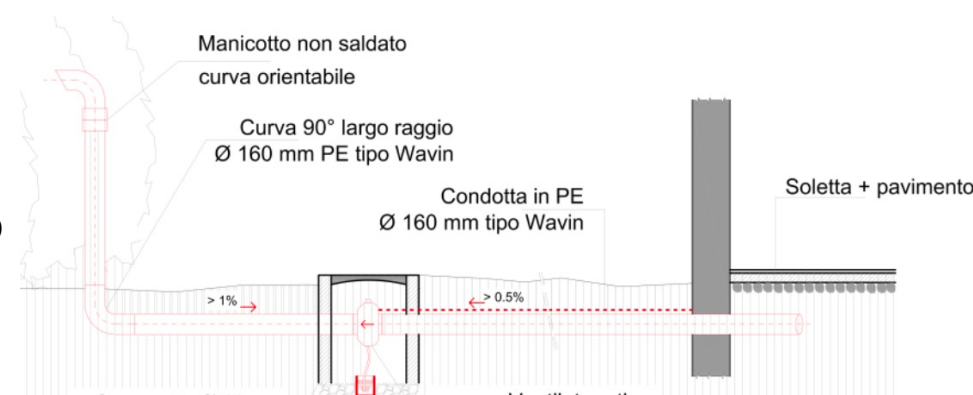
I ventilatori

- I ventilatori che si utilizzano sono ventilatori centrifughi e devono garantire il funzionamento (anche in continuo) per diversi anni, almeno 5.
- Non sono ermetici, in quanto non progettati appositamente. Alcuni prodotti in commercio esistono ma anche quelli comuni ottengono buoni risultati, purché sigillati.
- La sigillatura è necessaria, in particolare sulla cassa e sui manicotti di collegamento (per evitare le perdite di carico) per questo è preferibile siano in materiale plastico, che metallico, poiché più semplice da sigillare.



Punto di captazione

- Il punto di captazione può essere:
- Verticale: pozzetto radon sotto l'edificio.
- Orizzontale: tubo di captazione orizzontale e il ventilatore all'esterno (caso più comune).
- Trincea drenante: taglio della soletta e installazione di tubi drenanti, collegati con sistema di aspirazione, sempre annegati in un letto di ghiaia drenante. Adatto ma praticabile solo quando si può rimuovere la soletta a contatto con il terreno.



Manutenzione e misurazioni di controllo



- I sistemi di risanamento non sono eterni e hanno una durata, quindi è importante prevedere un'attenta manutenzione e misure di verifica cadenzate.
- Per i sistemi attivi si consiglia una prima verifica già entro i 3/5 anni dall'installazione dell'impianto (anche prima in caso di modifiche strutturali dell'edificio). Chiaramente i controlli devono essere più frequenti, anche in base alle concentrazioni di radon misurate a fine intervento.
- Il piano di monitoraggio e manutenzione deve essere riportato nel rapporto tecnico ed è importante coinvolgere i proprietari e i professionisti del settore.

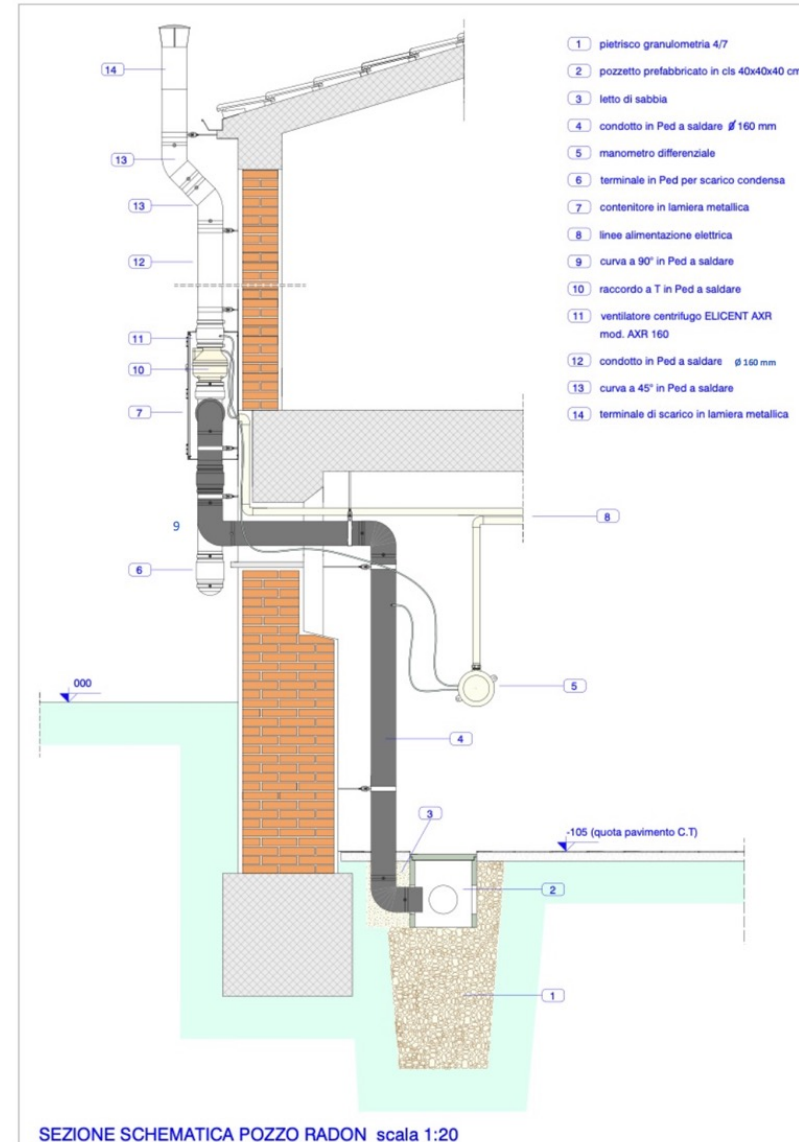


Edificio risalente al primo decennio del secolo scorso – provincia di Siena

Situazione ante risanamento

		Primo semestre 15/04/2021 – 19/10/2021		Secondo semestre 19/10/2021– 14/04/2022		Totale	
Punto di misura		Concentrazione media (Bq/m ³)	Incertezza ±	Concentrazione media (Bq/m ³)	Incertezza ±	Concentrazione media annua (Bq/m ³)	Incertezza ±
1	MUSEO, PIANO SEMINTERRATO - Zona Ingresso	327	17	287	16	307	12
2	MUSEO, PIANO SEMINTERRATO - Sopra vetrina 50	428	20	431	20	430	14

Progetto di un pozzetto con aspiratore

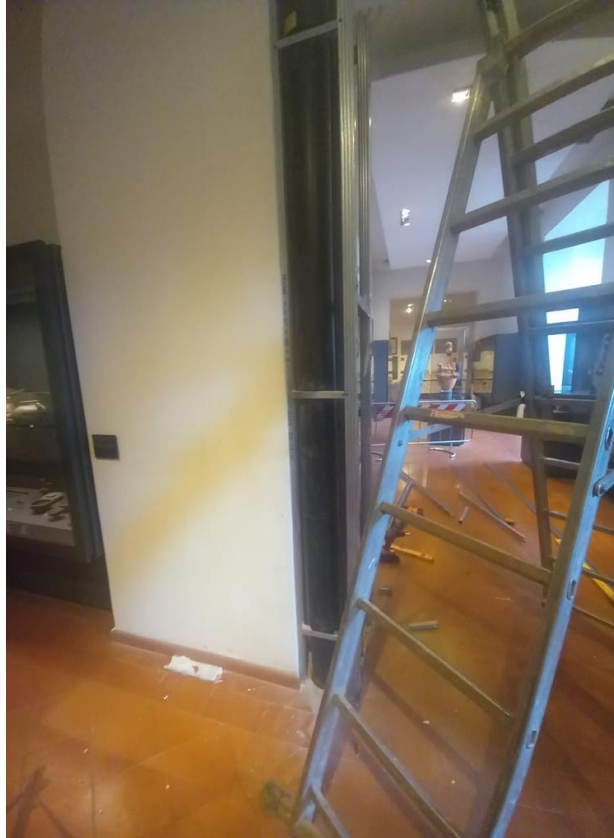




Messa in opera: Installazione
aspiratore nel locale tecnico

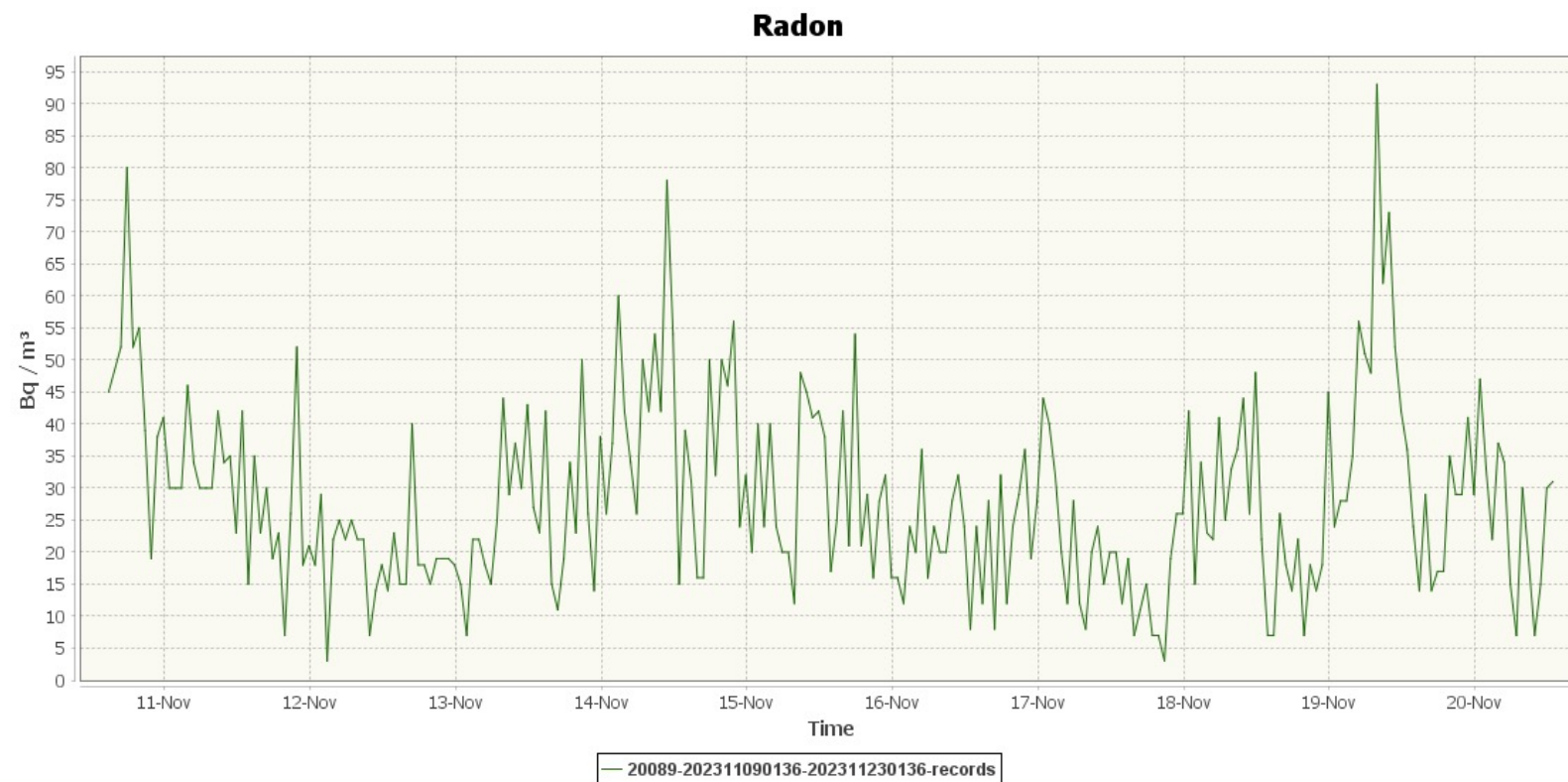
Aspiratore





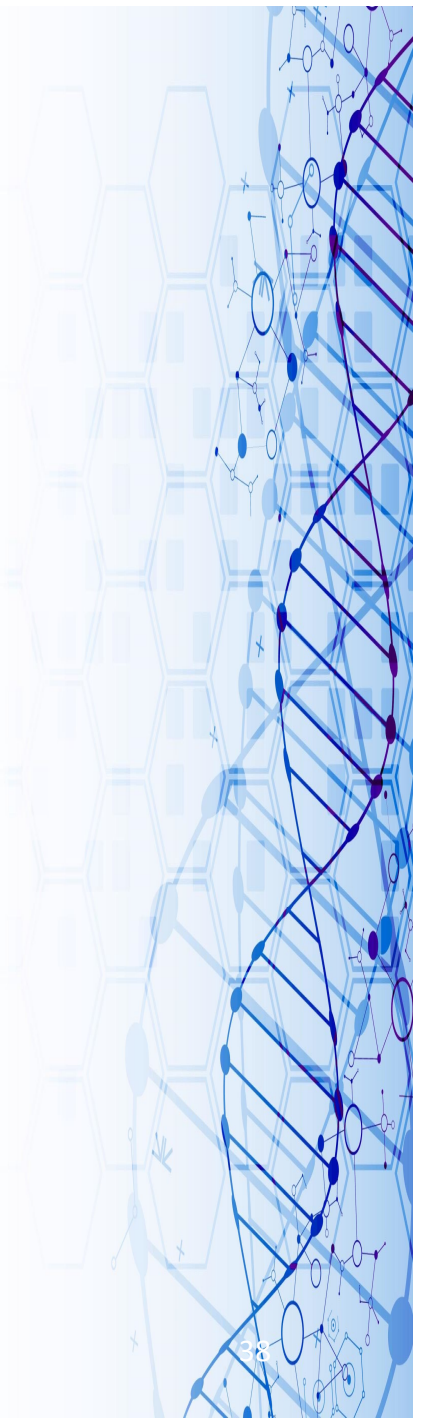
Condotta di espulsione

Situazione post risanamento



Conclusioni

- I casi sono sempre diversi ed è importante avere uno spirito critico nei confronti del problema in esame, anche assumendo le linee guida, gli accorgimenti e i principi su cui si basa il risanamento.
- L'esperienza, nella fase di screening iniziale, è un valido alleato per comprendere al meglio la soluzione da adottare. Ciò nonostante bisogna sempre verificare l'efficacia e il raggio d'azione dell'impianto installato tramite misure short term.
- Gli strumenti sono importanti ed è preferibile investire in una fase iniziale, su attrezzatura che sia affidabile e ci dia risposte precise, piuttosto che rischiare di sbagliare per risparmiare sulla stessa.
- Bisogna spesso rimettersi in discussione, provando anche altri approcci, per verificare di aver ottenuto «quanto più possibile» dall'intervento.
- La manutenzione è fondamentale per la durata di vita dell'impianto, che è comunque limitata nel tempo (dialogo con esercenti, proprietari, per tenere conto di future sostituzioni, modifiche).



Grazie per l'attenzione

