

INARSIND

ASSOCIAZIONE DI INTESA
SINDACALE PROVINCIALE
INGEGNERI ed ARCHITETTI
LIBERI PROFESSIONISTI
BARI



GAS RADON

**Gli adempimenti previsti dalla LEGGE REGIONALE
n. 30 del 3 novembre 2016 e s.m.i.
e Piani di Risanamento**

Martedì 27 novembre 2018 - Ore 14.30–18.30

Sala consiliare municipio – P.zza Municipio, Altamura (BA)

Col patrocinio di

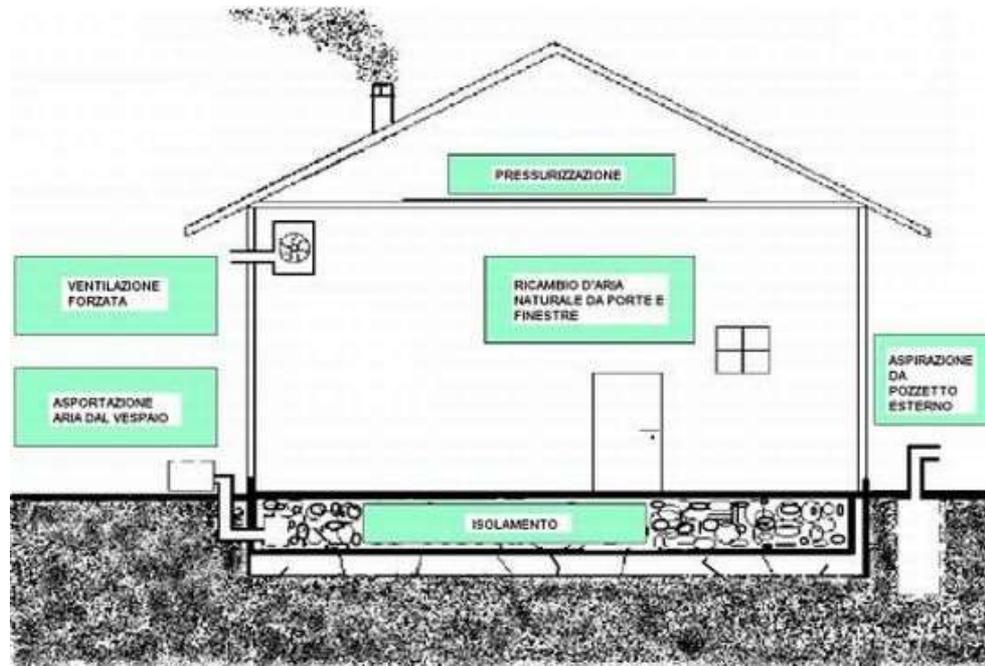


Ing. Francesco FUSILLI
Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727

L'unità di misura della concentrazione di radon in aria è il Becquerel per metro cubo (Bq/m^3), ovvero il numero di decadimenti radioattivi di atomi di radon che avvengono in un secondo in 1 m^3 d'aria. In aria libera la concentrazione di radon non supera in genere i $10 - 20 \text{ Bq}/\text{m}^3$, ma in ambienti chiusi, come stanze, cantine, luoghi di lavoro sotterranei, esso può accumularsi e raggiungere concentrazioni molto maggiori, da poche decine di Bq/m^3 fino a centinaia o migliaia di Bq/m^3 .

Per determinare la concentrazione di radon si utilizzano vari strumenti di misura:

- **Dosimetri di tipo passivo** (non necessitano di essere alimentati da corrente elettrica) che forniscono un valore medio di concentrazione in un dato intervallo di tempo. Sono utilizzati per misure a lungo termine. Infatti, per valutare la presenza di radon in un ambiente o ambiente confinato, è consigliata la misura annuale. Di norma si suddivide il periodo in due semestri perchè la concentrazione di tale gas nell'arco dell'anno subisce notevoli fluttuazioni dovute a fattori climatici. Si parla appunto di concentrazione media annuale di attività radon.
- **Strumenti per la misura in continuo di tipo attivo** (necessitano di essere alimentati da corrente elettrica): si utilizzano prevalentemente per misure di breve durata per avere informazioni più dettagliate sulle fluttuazioni nel tempo del radon.



Come ridurre la concentrazione di radon

E' possibile adottare semplici rimedi per ridurre la concentrazione di radon negli ambienti o in ambienti confinati. I metodi più comuni sono:

- favorire il ricambio d'aria aumentando la ventilazione naturale attraverso porte e finestre
- isolare l'abitazione dal terreno, sigillando crepe, condutture, aperture e tutto ciò che può costituire una via di ingresso dell'aria dal sottosuolo
- aumentare la pressione all'interno dei locali con l'immissione di aria dall'esterno
- ventilare naturalmente o artificialmente i vespai

Quando non è previsto un intervento complessivo di ristrutturazione o ampliamento dell'edificio, ma lo scopo è solo di ridurre la concentrazione di radon, è opportuno procedere gradualmente, realizzando prima gli interventi che sono meno costosi e invasivi, per valutare se questi da soli possono essere risolutivi.

I sistemi sono basati sulla sigillatura delle vie di accesso, sulla ventilazione naturale o forzata del vespaio ove esistente, oppure la depressurizzazione del suolo sotto l'edificio nel caso di fondazione a platea. Queste tecniche possono essere realizzate con diversi sistemi alternativi, ed è anche possibile utilizzare la ventilazione degli ambienti interni.

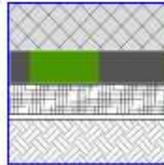
La scelta del tipo di sistema dipende sia dalla concentrazione di radon e dal fattore di riduzione che si vuole ottenere, che dalla fattibilità tecnica e economica di un determinato tipo di intervento.

Prima di procedere alla scelta, è pertanto necessario acquisire informazioni sull'edificio, i materiali da costruzione, il suolo e l'attacco a terra (vespaio o platea), gli impianti di ventilazione o climatizzazione, le canalizzazioni, l'eventuale presenza di sistemi di drenaggio dell'acqua sotto l'edificio.

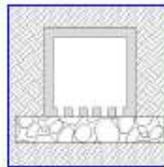
Tubazione in pvc, diametro normalmente 100-120 millimetri salvo altre esigenze di progetto.



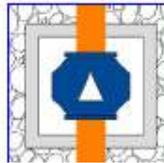
Membrana impermeabile verde/nera (bituminosa, pvc, polietilene, barriera al vapore, antiradon, ecc. in funzione del progetto) stesa sopra lo strato di magrone lisciato, livellato e privo di asperità e massetto impiantistico superiore (o altro strato di completamento).



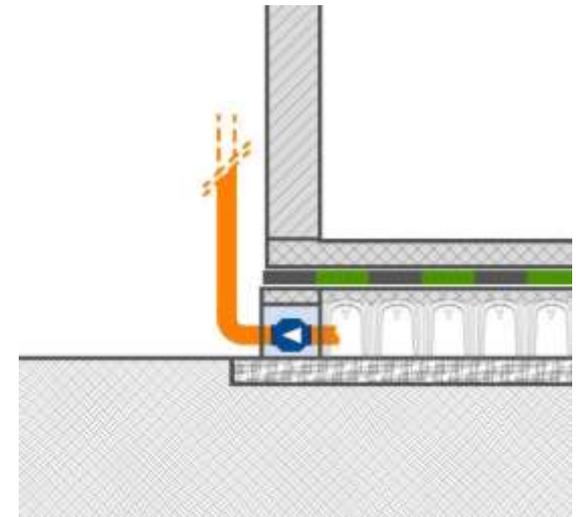
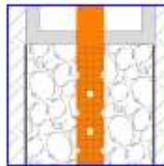
Pozzetto (in calcestruzzo, plastica, polietilene, ecc.) di dimensioni circa (50 x 50 x 50) centimetri aperto nella parte inferiore e posato su uno strato di ghiaia grossa di 10-12 centimetri di spessore. E' possibile impiegare anche un normale pozzetto in calcestruzzo "ribaltato", ossia con la faccia aperta verso il basso.



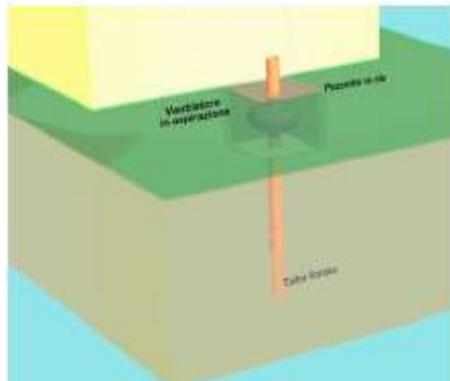
Pozzetto (in calcestruzzo, plastica, polietilene, ecc.) di dimensioni circa 50 x 50 x 50 centimetri e comunque idoneo ad alloggiare il ventilatore di progetto. La tubazione in pvc potrà essere canalizzata su qualsiasi faccia del pozzetto in funzione del percorso previsto. Il coperchio del pozzetto nella parte superiore consentirà la messa in opera dell'impianto e la sua manutenzione. Andrà predisposto l'allacciamento elettrico.



Tubazione in pvc, diametro normalmente 100-120 millimetri, salvo altre esigenze di progetto, all'estremità superiore collegata al ventilatore e destinata ad aspirare il radon nel terreno. E' aperta all'estremità inferiore e presenta una serie di bucatore del diametro di 25-30 millimetri sul perimetro. E' avvolta e protetta da un tessuto-non-tessuto per evitare che il materiale di riempimento dello scavo, ghiaia di grossa pezzatura, penetri nella tubazione.



Schema per vespaio



realizzare un pozzetto di aspirazione adiacente alla parete esterna, con la funzione di creare una depressione locale alla base della fondazione, che richiama il gas radon che viene espulso all'esterno.

Descrizione dell'intervento



A ridosso della parete individuata, è stato eseguito uno scavo a mano largo circa 80 cm. e profondo circa 1.50 m.

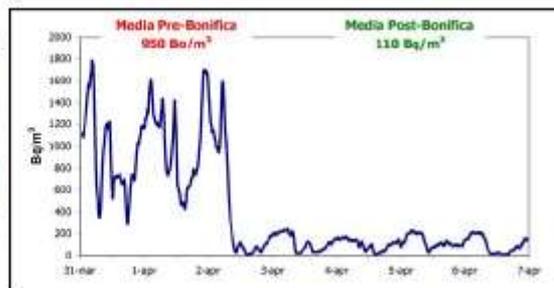
A tale profondità si è riscontrata la presenza del terreno naturale al di sotto della fondazione e quindi un punto idoneo per intercettare il gas radon.



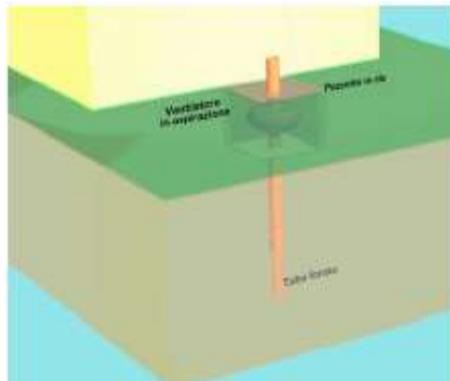
All'interno dello scavo è stato posizionato un tubo in PVC opportunamente forato avente un diametro da 80 mm. Lo scavo è stato quindi riempito con ghiaia per creare un'intercapedine sino ad un'altezza tale da consentire l'inserimento di un pozzetto in calcestruzzo 40x40 cm., forato su due lati, che permetta l'alloggio di un ventilatore da 70 W.

Risultati dell'intervento

Alcuni giorni prima dell'esecuzione della bonifica è stato posizionato uno strumento attivo nella cucina per valutare l'efficacia dell'intervento. Terminati i lavori è stato acceso il ventilatore e nel giro di una decina di ore i valori di concentrazione si sono abbassati. L'elaborazione dei dati strumentali ha evidenziato un fattore di riduzione di circa 10 con una media post-bonifica di 110 Bq/m³.



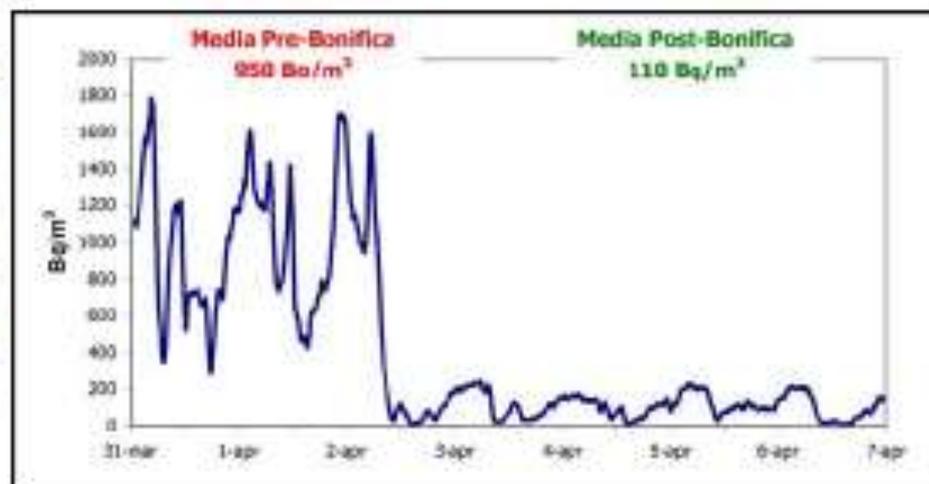
Il coperchio del pozzetto è quotato a livello del arcipiede; dal foro precedentemente realizzato ce un tubo che convoglia il gas all'esterno.



realizzare un pozzetto di aspirazione adiacente alla parete esterna, con la funzione di creare una depressione locale alla base della fondazione, che richiama il gas radon che viene espulso all'esterno.

Risultati dell'intervento

Alcuni giorni prima dell'esecuzione della bonifica è stato posizionato uno strumento attivo nella cucina per valutare l'efficacia dell'intervento. Terminati i lavori è stato acceso il ventilatore e nel giro di una decina di ore i valori di concentrazione si sono abbassati. L'elaborazione dei dati strumentali ha evidenziato un fattore di riduzione di circa 10 con una media post-bonifica di 110 Bq/m^3 .



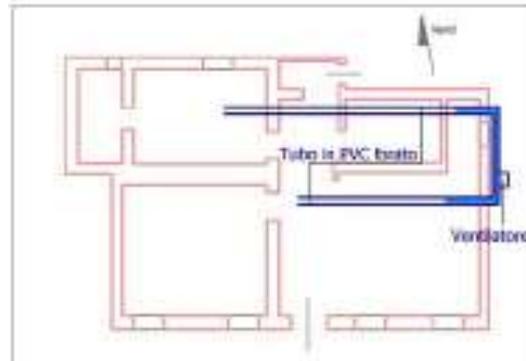


Le pareti sono in laterizio e attorno all'abitazione è presente un marciapiede. Il lato est è privo di aperture. I telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera e di guarnizioni a tenuta, mentre le ante sono in legno a battente normale a due sportelli. Il solaio a terra prevede un getto di calcestruzzo e successivo massetto di pavimentazione: si trova sopra un vespaio ventilabile riempito da macerie derivanti dalla demolizione della precedente costruzione.

Ipotesi di intervento

È stata eseguita per richiesta del proprietario una misura annuale di radon, con strumentazione passiva, che ha rilevato una concentrazione media nel soggiorno pari a 958 Bq/m^3 . È stato quindi eseguito un sopralluogo presso l'abitazione per ipotizzare un intervento di bonifica, acquisendo le informazioni progettuali relative alla costruzione dell'abitazione. È apparso chiaro che il radon entra nell'abitazione direttamente dal suolo tramite il vespaio che, nonostante sia dotato di aperture esterne, non garantisce alcuna ventilazione.

Si è deciso quindi di intercettare il gas radon al di sotto dell'abitazione, con un opportuno sistema di aspirazione del vespaio sfruttando proprio le bocchette presenti. Inoltre l'assenza di apertura lungo tale lato della casa assicura che il radon estratto non rientri all'interno. È stato deciso di utilizzare due aperture per garantire un'aspirazione completa della superficie ed evitare l'eventuale barriera costituita dalla fondazione del muro portante.



Ing. Francesco FUSILLI

Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727



Descrizione dell'intervento



Con uno speciale perforatore usualmente impiegato nella realizzazione di sottoservizi sono stati eseguiti due fori orizzontali a partire dalle bocchette di ventilazione.

Il foro più esterno è stato spinto sino a 6 m in orizzontale con una leggera pendenza verso il basso, così come quello più centrale per una distanza di 3.7 m.

All'interno dei due fori del diametro di 10 cm, sono stati inseriti due tubi in PVC del diametro di 8 cm opportunamente forati nella loro lunghezza con buchi da 2.5 cm di diametro.



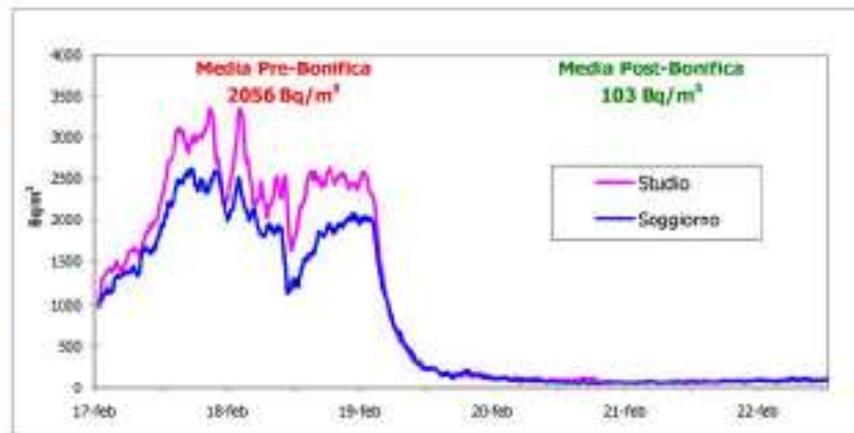
I due tubi sono stati raccordati e collegati con un ventilatore centrifugo assiale della potenza di 65 W; un breve tratto di tubo verticale completa l'impianto. La posizione del ventilatore è centrale rispetto alla lunghezza dell'intero impianto di tubazioni.



Risultati dell'intervento

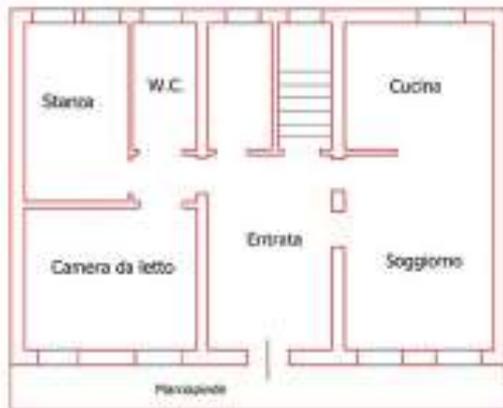
Alcuni giorni prima dell'esecuzione della bonifica sono stati posizionati due strumenti attivi, rispettivamente in cucina e nello studio, per valutare l'efficacia dell'intervento. Terminati i lavori è stato acceso il ventilatore e nel giro di una decina di ore gli strumenti registravano valori di concentrazione notevolmente diminuiti.

L'elaborazione dei dati strumentali ha evidenziato un fattore di riduzione di circa 20 volte con una media post-bonifica pari a 103 Bq/m^3 .



Ing. Francesco FUSILLI

Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727



Bifamiliare costruita nei primi anni '60 a due piani in elevazione da piano campagna e un locale interrato, adibito a cantina, centrale rispetto alla pianta dell'abitazione.

La muratura è in laterizio e il tetto a falde; i telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera e di guarnizioni di tenuta in discreto stato di conservazione.

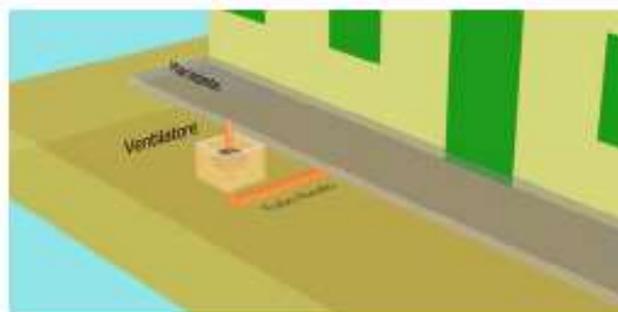
Le fondazioni sono continue in pietrame e il solaio a terra prevede un getto di calcestruzzo e successivo massetto di pavimentazione. Circa due anni fa, le fondazioni sono state rinforzate con delle iniezioni di resina espandente a seguito di alcune crepe formatesi nell'edificio conseguenti a

un'instabilità geotecnica del terreno circostante.

Ipotesi di intervento

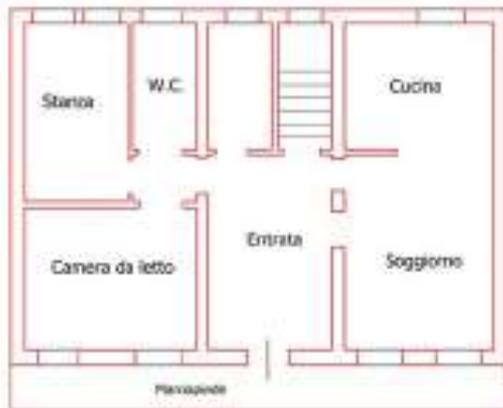
Nell'abitazione è stata condotta una misura annuale di radon che ha fornito una concentrazione media pari a 566 Bq/m^3 . In accordo con il proprietario è stata progettata la bonifica che prevede un intervento all'esterno dell'abitazione con la realizzazione di un pozzetto di aspirazione intercettante il gas radon a livello del piede della fondazione. Il pozzetto viene eseguito adiacente al marciapiede per evitare la rimozione di un tratto.

misura annuale di radon che ha fornito una



Ing. Francesco FUSILLI

Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727



Descrizione dell'intervento

Con un pala meccanica è stato eseguito uno scavo adiacente al marciapiede profondo circa 1.80 metri.



Questa operazione ha messo in evidenza la presenza della resina consolidante, e pertanto è stato possibile individuare un punto idoneo per la realizzazione di un foro orizzontale a profondità di circa 1.20 m che intercetti solo il terreno naturale., in modo tale da raggiungere il limite della fondazione.



È stato quindi preparato il tubo di aspirazione, usando un tubo microforato flessibile, avendo cura di ampliare ulteriormente i fori nel tratto terminale.

Una volta inserito nel foro orizzontale, il tubo è stato rivestito da un'intercapedine ghiaiosa. La parte uscente del tubo è stata raccordata con un tratto in PVC.



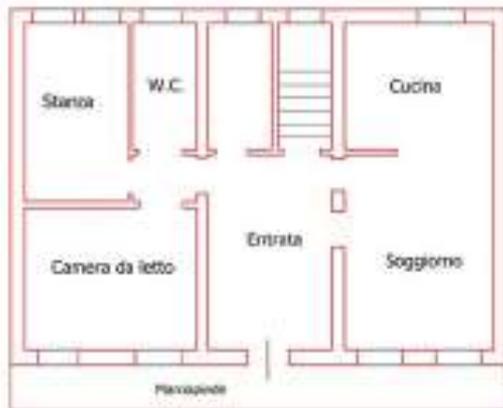
Dopo aver parzialmente riempito lo scavo, è stato posizionato il pozzetto in calcestruzzo con la funzione di ospitare un ventilatore da 65 W canalizzato alla tubazione.



È stato quindi completato il riempimento dello scavo e la rifinitura per un'adeguata protezione del ventilatore.

Ing. Francesco FUSILLI

Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727

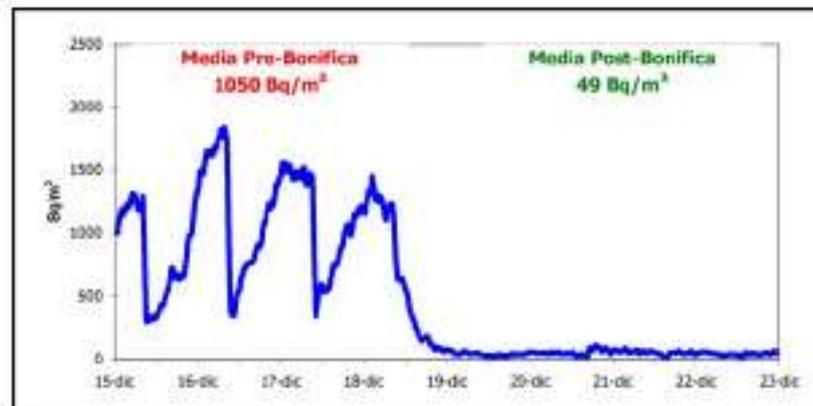


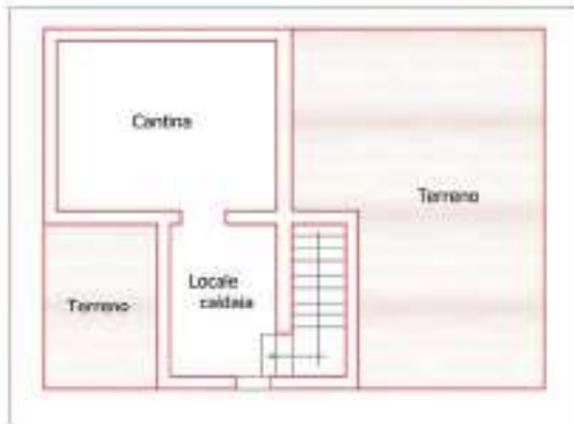
Risultati dell'intervento

Prima di eseguire l'intervento è stato posizionato uno strumento attivo nella camera da letto che ha confermato l'alta concentrazione di radon presente.

Dopo l'accensione del ventilatore è stata registrata una rapida diminuzione dei valori di concentrazione che si sono assestati attorno a un valore medio di 49 Bq/m^3 .

Il fattore di riduzione a breve termine ottenuto risulta pari a 21.





Tipologia edilizia e tecniche costruttive

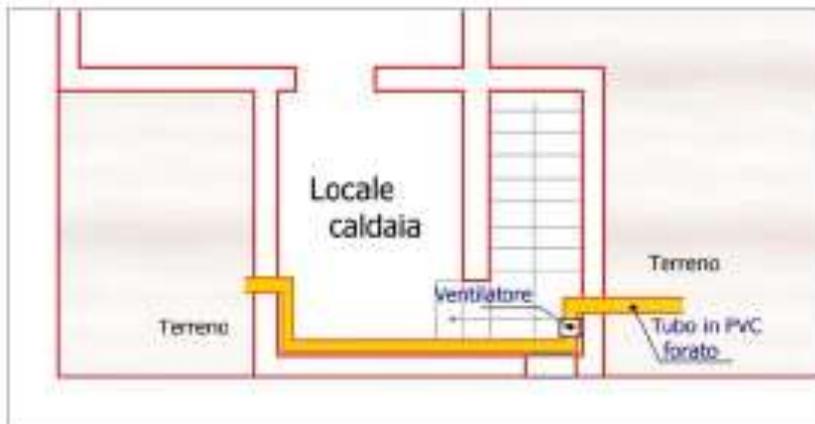
Monofamiliare con locale interrato e due piani abitati, costruita negli anni '70, con pianta pressoché quadrata. Tetto a falde, superficie totale di circa 110 m², locale interrato destinato a cantina in posizione asimmetrica rispetto alla planimetria. I telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera con guarnizioni di tenuta, in discreto stato. Le finestre sono completate da persiane avvolgibili. Il piano terra si eleva direttamente dal terreno, mentre è rialzato di circa 40 cm dalla parte della cantina.

Le fondazioni sono continue in calcestruzzo come pure il solaio a terra con sovrastante massetto per la pavimentazione.

Ipotesi di intervento

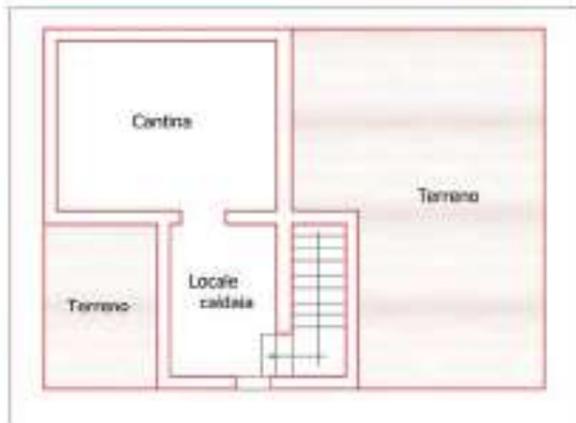
È stata eseguita una misura annuale di radon che ha fornito al piano terra un valore medio pari a 409 Bq/m³.

Con la collaborazione del proprietario è stato deciso di attuare la bonifica: il progetto prevedeva di operare all'interno della cantina tramite due punti di aspirazione che intercettino il gas nel terreno: la doppia aspirazione si è resa necessaria per consentire di raggiungere tutta la superficie ed evitare quindi che la presenza della cantina crei una barriera.



Ing. Francesco FUSILLI

Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727



Descrizione dell'intervento

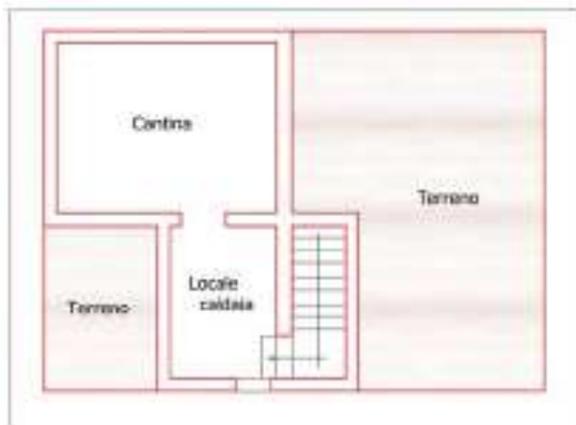
Con una carotatrice sono stati realizzati due fori del diametro di 120 mm sulle due pareti opposte della cantina, e a una distanza dal tetto del solaio del piano terra di circa 40 cm. Nel primo foro è stato realizzato un condotto orizzontale autosostenuto per quasi 1.50 m., in terreno di tipo argilloso compatto. All'interno è stato inserito una tubazione in PVC da 110 mm opportunamente forata.

Il secondo foro ha messo in evidenza la presenza di un'intercapedine ghiaiosa avente uno spessore tale da impedirne la rimozione. Viste le caratteristiche di elevata permeabilità è stata applicata l'aspirazione direttamente da questo punto, senza creare nessun condotto orizzontale sotto l'abitazione.



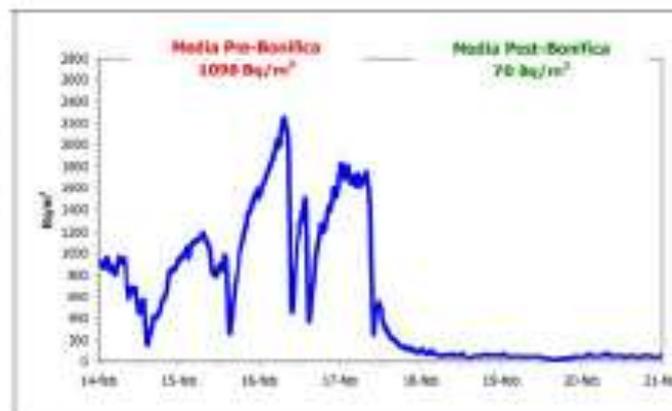
L'intero impianto è stato quindi raccordato con una tubazione in PVC e nei pressi del primo foro è stato canalizzato un ventilatore da 70 W che espelle il gas intercettato dalla finestrella posizionata subito sopra.





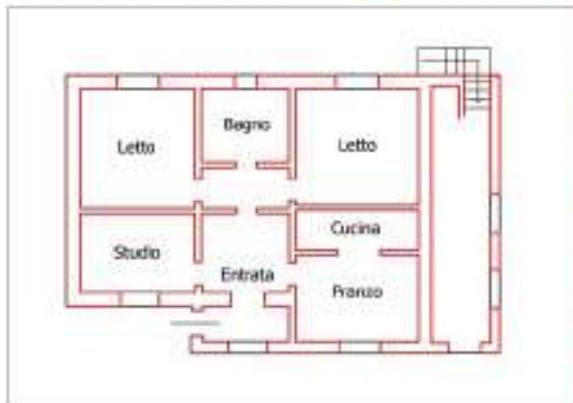
Risultati dell'intervento

Per verificare l'efficacia della bonifica è stato posizionato nello studio uno strumento attivo per monitorare l'andamento della concentrazione. Dopo l'accensione del ventilatore i valori hanno cominciato a diminuire e dopo mezza giornata la concentrazione media rilevata è stata di 70 Bq/m^3 , con fattore di riduzione pari a 13.



Tipologia edilizia e tecniche costruttive

Villino monofamiliare, a pianta sostanzialmente quadrata, a tre piani con un locale interrato adibito a cantina e ripostiglio. Il primo piano costituisce un'unità abitativa indipendente e

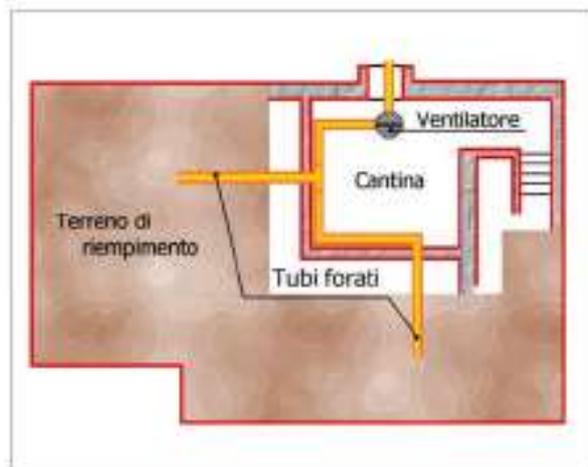


affittata, poiché i proprietari risiedono al secondo piano. Le murature in elevazione sono realizzate in conci di pietra e calce. I telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera e di guarnizioni a tenuta, mentre le ante sono in legno a battente normale a due sportelli.

Il locale interrato è asimmetrico rispetto alla planimetria ed il solaio che lo separa dal primo piano è realizzato in cemento armato misto con laterizi, con sovrastante massetto di pavimentazione. Il pavimento dello studio al primo piano è in legno.

Le fondazioni sono continue in calcestruzzo e pietrame.

Ipotesi di intervento



Sono state condotte numerose misure di radon nella cantina, al piano terra e al primo piano rilevando concentrazioni medie superiori al migliaio di Bq/m^3 . È stato quindi eseguito un sopralluogo presso l'abitazione per progettare l'intervento di bonifica. Sulla base delle osservazioni fatte è stato deciso di intercettare il gas radon al di sotto dell'abitazione realizzando un sistema di aspirazione dall'interno della cantina.

Ing. Francesco FUSILLI

Via Punzi, 121 – GRAVINA IN PUGLIA (BA) – 338/9652727

Descrizione dell'intervento



Dalle due pareti controterra della cantina, ad un'altezza di circa 15 cm dal pavimento, sono stati eseguiti due fori orizzontali con un perforatore usualmente impiegato nella realizzazione di sottoservizi. La profondità raggiunta è stata di 2 m intercettando materiale di riporto sciolto.

All'interno dei due fori sono stati inseriti due tubi in PVC del diametro di 80 mm., forati nel loro tratto terminale, raccordati con una tubazione che si sviluppa adiacente alle pareti della cantina.

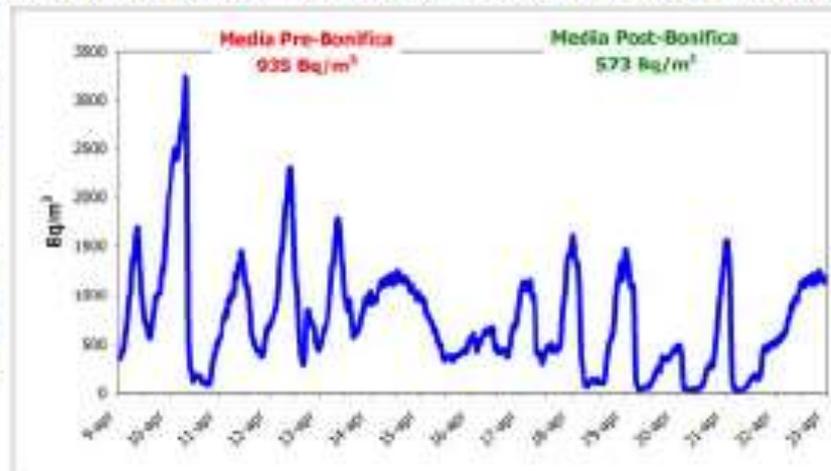


Nel tratto terminale della canalizzazione è stato inserito un ventilatore da 70 W, che tramite un tubo di raccordo espelle il gas tramite una finestrella a bocca di lupo.

Risultati dell'intervento

Una settimana prima di eseguire l'intervento di bonifica sono stati posizionati due strumenti attivi per la rilevazione temporale del radon nella sala-cucina e nello studio. Non vi è nessuna variazione sostanziale nell'andamento della concentrazione di radon in seguito all'avvio della ventilazione.

Anche a seguito dell'inversione del flusso d'aria, operando quindi in pressurizzazione, non è stata riscontrata una diminuzione significativa della concentrazione.



Le tecniche di mitigazione sono illustrate nelle 11 schede riportate di seguito, che non sono ovviamente esaustive di tutte le situazioni reali che possono presentarsi; nella attuazione delle indicazioni delle varie schede e nell'adattamento ai casi reali è pertanto necessario che il progettista si adoperi affinché il principio di azione dell'intervento proposto sia trasposto in modo coerente con quanto illustrato.

Nelle schede si forniscono in modo schematico le informazioni che consentono di scegliere l'intervento che meglio si adatta al caso specifico.

Ogni scheda è corredata da un quadro sintetico nel quale sono riepilogate le caratteristiche salienti dell'intervento; le informazioni relative al costo dell'intervento e all'efficacia attesa.