



## **INIZIATIVE ARPAV IN TEMA DI RADON**

### **SPERIMENTAZIONE DELLE AZIONI DI RIMEDIO SUGLI EDIFICI CON ALTA CONCENTRAZIONE DI GAS RADON NEL VENETO**

*Rapporto conclusivo  
Padova, febbraio 2007*



**ARPAV**

Direttore Generale  
**Andrea Drago**

Direttore Area Tecnico Scientifica  
**Sandro Boato**

Direttore Dipartimento Provinciale di Padova  
**Alessandro Benassi**

Responsabile Unità Operativa Agenti Fisici del Dipartimento Provinciale di Padova  
**Andrea Bertolo**

A cura di:  
**Andrea Bertolo e Carlo Bigliotto – Dipartimento Provinciale di Padova**

con il contributo di:  
IUAV – Istituto Universitario di Architettura di Venezia: prof. Giovanni Zannoni e collaboratori  
ANCE VENETO (fino all'anno 2004): dr.ssa Laura Santomo  
ANCE TREVISO (anno 2006)



## INDICE

### **INTRODUZIONE**

#### **1. ORGANIZZAZIONE**

1.1 SELEZIONE DEL CAMPIONE DI ABITAZIONI

1.2 DEFINIZIONE DI UN PROTOCOLLO OPERATIVO

#### **2. METODOLOGIA UTILIZZATA**

#### **3. TEMPI DI SVOLGIMENTO**

#### **4. RISULTATI SINTETICI**

Allegato A: Selezione del campione di abitazioni

Allegato B: Pro-memoria per proprietari delle abitazioni e imprese edili coinvolte

Allegato C: Rapporti sulle singole abitazioni bonificate



## INTRODUZIONE

Il Progetto di Sperimentazione è stato previsto nell'ambito del piano di prevenzione dell'inquinamento da gas radon dalla Delibera della Giunta Regionale Veneto n. 79 del 18/01/2002. Ha interessato un campione di abitazioni già controllato nell'ambito della campagna regionale radon condotta dalle ULSS-ARPAV dal 1996 al 2000, e che presentano concentrazioni medie annuali di gas radon superiori a  $200 \text{ Bq/m}^3$  stabiliti come valore di riferimento dalla DGRV n. 79.

Scopo dello studio è sperimentare alcune soluzioni di bonifica del gas radon adeguate alle tipologie costruttive utilizzate nella nostra regione.

## 1. ORGANIZZAZIONE

### 1.1 SELEZIONE DEL CAMPIONE DI ABITAZIONI

La selezione del campione di abitazioni su cui si è sviluppato il presente progetto è stata condotta a partire da tutte le abitazioni partecipanti alla campagna regionale per la determinazione delle aree ad elevato rischio radon, conclusa nel 2000, risultanti avere una media annuale di concentrazione di gas radon superiore al valore di  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

Nella scelta del campione di abitazioni, si è dapprima cercato di individuare una tipologia abitativa standard per ogni provincia, per poter meglio rappresentare la variabilità abitativa regionale.

L'individuazione di tale tipologia si è basata sulle caratteristiche riportate nella scheda informativa raccolta nell'ambito della campagna regionale, e sulla concentrazione media annuale di gas radon.

I criteri di selezione adottati sono stati pertanto:

- a. *Individuazione della Tipologia Abitativa Standard Provinciale (TASP)*: è stata realizzata una sintesi percentuale dei parametri di rilevazione contenuti nella scheda informativa. La TASP individua l'edificio tipo di ogni provincia in relazione alla zona geografica e urbana di appartenenza. Alcuni parametri della scheda informativa, ritenuti poco significativi in questa fase, non sono stati pertanto considerati (ad esempio esposizione al vento, presenza di eventuali impianti di condizionamento....).
- b. *Concentrazione di radon indoor*: sono state ordinate per provincia le abitazioni secondo valori di concentrazione crescente considerando prioritariamente solo le abitazioni con valori superiori a  $400 \text{ Bq/m}^3$ : tale sottoinsieme di abitazioni viene poi confrontato con la TASP.
- c. *Rappresentatività della selezione basata sui livelli di concentrazione rispetto alla TASP*: in questa fase si verifica che l'abitazione rappresentativa della provincia (punto a) sia anche caratterizzata da una concentrazione superiore al livello stabilito (punto b). Le abitazioni con concentrazione superiore a tale valore devono corrispondere adeguatamente al tipo di abitazione individuata dalla TASP.
- d. *Eventuale adattabilità e scelta delle riserve*: la congruenza tra concentrazione e TASP ha permesso quindi di selezionare un determinato numero di abitazioni. Nel caso in cui ciò non sia stato ottenuto per la scelta viene ritenuta prioritaria la concentrazione, indipendentemente dalla TASP. Con tale metodologia si ottiene un certo numero di abitazioni "riserva".

- e. *Confronto con le altre voci della scheda di rilevazione:* per poter “raffinare il campione”, vengono valutate le altre voci della scheda di rilevamento, come l’anno di costruzione del fabbricato e gli eventuali interventi di ristrutturazione.

Nell’Allegato A vengono dettagliate le informazioni sulla selezione del campione di abitazioni.

## **1.2 DEFINIZIONE DI UN PROTOCOLLO OPERATIVO**

La definizione del protocollo operativo per stabilire i criteri e le modalità di realizzazione del progetto sperimentale di bonifica ha coinvolto, oltre al Dipartimento Provinciale di Padova, l’ Istituto Universitario di Architettura di Venezia (IUAV), prof. Zannoni, e l’Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE) Veneto, dott.ssa Santomo, per quanto riguarda l’interfaccia con le imprese di costruzione incaricate delle realizzazioni in opera.

Questo gruppo operativo si occupa della progettazione degli interventi edilizi, del coordinamento delle opere in campo, realizzate dalle imprese edili individuate dall’ANCE Veneto, e della verifica dei risultati in corso d’opera e alla loro conclusione, basandosi sulle misure di concentrazione di radon svolte dal Dipartimento ARPAV, volte ad ottimizzare gli interventi e a comprovarne l’efficacia.

Al proprietario viene richiesto esclusivamente il contributo economico relativo ai materiali utilizzati nell’intervento di bonifica, mentre la manodopera viene prestata a titolo gratuito dalle imprese che partecipano al progetto.

### Contatti con i proprietari

Stabilito il campione di abitazioni coinvolte in ogni provincia, sono stati contattati i proprietari: è stato illustrato loro il progetto, il protocollo di intervento e nel caso di una disponibilità iniziale è stato effettuato un colloquio diretto in loco per specificare tempi di intervento, modalità e ulteriori dettagli. In tale occasione è stato consegnato un semplice promemoria illustrante il progetto e le sue caratteristiche (si veda allegato B).

Notevoli sono stati i problemi riscontrati nel contattare i proprietari, anche a causa dei cambi di proprietà e trasferimenti. Nonostante il contributo economico a carico dei proprietari sia limitato, non si è riscontrato molto interesse all’iniziativa, con differenze provinciali di un certo rilievo: mentre nella provincia di Padova (3 abitazioni su 5) e nella provincia di Treviso (2 abitazioni su 3) la risposta si può ritenere soddisfacente, non altrettanto è avvenuto nella provincia di Vicenza (2 abitazioni su 15) di Belluno (0 adesioni su 10), confermando ancora una volta lo scarso interesse per la tematica dell’inquinamento da radon indoor.

A margine del presente progetto, con le medesime modalità operative, sono state realizzate altre due bonifiche in abitazioni dell’area dei Colli Euganei che presentavano concentrazioni di radon a breve termine molto elevate, dell’ordine di migliaia di Bq/m<sup>3</sup>: i risultati ottenuti sono stati positivi, ottenendo una significativa riduzione della concentrazione del gas.

## **2. METODOLOGIA UTILIZZATA**

### Sopralluogo

Una volta ricevuta l’adesione al progetto da parte del proprietario, si è passati a caratterizzare in maniera specifica l’abitazione. In questo modo si sono potute aggiornare le caratteristiche dell’abitazione, desunte dalle precedenti informazioni, con l’attuale stato di fatto.

Sulla base degli eventuali elaborati progettuali esistenti, si è realizzato un sopralluogo per eseguire un rilievo dettagliato dell’abitazione tramite misure dei locali abitativi, foto e raccolta di tutte le informazioni utili.

### Progettazione dell'intervento

I dati e le informazioni raccolte durante il sopralluogo sono stati utilizzati per realizzare un progetto di intervento edilizio volta alla riduzione della concentrazione di radon, minimizzando il più possibile i costi e i disagi per il proprietario. Inoltre dato il carattere sperimentale del progetto, gli interventi sono per quanto possibile progettati per essere modificati ed adattati a nuove situazioni incontrate nel corso della realizzazione (ad esempio inefficacia dell'intervento).

### Realizzazione dell'intervento

Viene effettuato dalla Ditta incaricata, nel corso di una o più giornate lavorative.

L'intervento sul campo è seguito in ogni suo aspetto dal contrattista del Dipartimento ARPAV PD e dai collaboratori del prof. Zannoni – IUAV, e viene documentato con rilievi tecnici e fotografie.

### Monitoraggio metrologico

Durante tutte le fasi dell'intervento sono state svolte nell'abitazioni misurazioni di concentrazione di radon sia per orientare gli interventi di bonifica, sia per confermarne l'efficacia a breve e a lungo termine.

In particolare:

- Misure della concentrazione media di radon nel periodo di 7-14 giorni, con dosimetri passivi (elettretti secondo metodologia EPA), in uno o più locali dell'abitazione, volte a confermare i dati di concentrazione media annuale desunti dall'indagine regionale ed a chiarire meglio la distribuzione del radon all'interno dell'abitazione.
- Misure con strumentazione attiva (camera ad ionizzazione), che permettono di seguire l'andamento temporale della concentrazione di radon nel locale scelto come indicatore della bonifica, ai fini di disporre di un dato iniziale di concentrazione.
- Misure con strumentazione attiva durante l'intervento edilizio, per seguire l'influenza dello stesso sulla concentrazione.
- Misure con strumentazione attiva ad intervento effettuato, per almeno 7-14 giorni, al fine di verificarne l'efficacia.
- Nel caso di utilizzo di tecniche attive nella bonifica, sono state svolte misure con strumentazione attiva ai fini di ottimizzare il funzionamento dei ventilatori, sia come potenza impiegata, sia come periodi temporali di accensione.
- Misure a lungo termine con dosimetri passivi volte a confermare l'efficacia delle azioni di rimedio su lungo termine.

### Scansione temporale

Ogni intervento sperimentale richiede da un minimo di 1 mese fino ad un massimo di 3-4 mesi, in caso di non efficacia delle azioni di rimedio inizialmente implementate. Il periodo di monitoraggio prevede come minimo una settimana di misura prima dell'intervento, una settimana dopo l'intervento per il controllo della riduzione ottenuta, e almeno 15 giorni di prove nel caso di utilizzo di tecniche attive di ventilazione.

E' opportuno sottolineare che gli interventi devono essere realizzati preferibilmente in periodi autunnali ed invernali, in cui le concentrazioni di radon indoor risultano massime: questo permette di verificare l'effettiva azione di bonifica; nei periodi caldi l'andamento dei gradienti di temperatura e pressione determinano una certa difficoltà nell'attribuire una diminuzione della concentrazione all'intervento effettuato piuttosto che a situazioni di tipo microclimatico. Inoltre questo aspetto tecnico comporta tempi lunghi per la realizzazione delle bonifiche.

## **3. TEMPI DI SVOLGIMENTO**

- Maggio 2003-Luglio 2003: selezione delle abitazioni secondo i criteri sopra elencati.
- Luglio 2003- Novembre 2003: contatti con proprietari ed individuazione disponibilità.

- Novembre 2003 – Gennaio 2004: sopralluoghi e progettazione interventi.
- Febbraio 2004- Maggio 2004: realizzazione interventi in 3 abitazioni dei Colli Euganei (PD).
- Giugno 2004-Settembre 2004: individuazione Ditta incaricata per provincia di Vicenza.
- Dicembre 2004: realizzazione interventi nelle 2 abitazioni della provincia di Vicenza.
- Gennaio 2005-Settembre 2005: controlli sugli interventi realizzati.
- Settembre 2005-Novembre 2005: individuazione della Ditta incaricata per provincia di Treviso.
- Dicembre 2005-Febbraio 2006: realizzazione interventi in due abitazioni della provincia di Treviso.
- Febbraio 2005-Aprile 2006: controlli sugli interventi realizzati.
- Febbraio 2007: conclusioni misure di controllo a lungo termine.

#### 4. RISULTATI SINTETICI

I risultati ottenuti sono riportati in forma sintetica nella seguente tabella, mentre i dettagli sono riportati per ogni abitazione nell'Allegato C.

In tutti gli interventi realizzati la ventilazione meccanica è stata temporizzata, indicando orari di funzionamento idonei a garantire l'abbattimento della concentrazione ed il contenimento dei consumi energetici.

Ubicazione	Tipo intervento	Rn pre (Bq/m <sup>3</sup> )		Rn post (Bq/m <sup>3</sup> )		Fattore di riduzione
		Lungo termine	Breve termine	Lungo termine	Breve termine	
Galzignano (PD)	Depressurizzazione vespaio	Lungo termine	958	Lungo termine	202	4.7
		Breve termine	2056	Breve termine	103	20
Valnogaredo (PD)	Depressurizzazione suolo	Lungo termine	1100	Lungo termine	603*	1.8*
		Breve termine	950	Breve termine	110	8.6
Piovene Rocchette (VI)	Depressurizzazione suolo	Lungo termine	1081	Lungo termine	105	10.3
		Breve termine	780	Breve termine	59	13.2
Valli del Pasubio (VI)	Depressurizzazione suolo	Lungo termine	741	Lungo termine	_____	_____
		Breve termine	2516	Breve termine	2305	1.1
Vittorio Veneto (TV)	Depressurizzazione suolo	Lungo termine	566	Lungo termine	100	5.7
		Breve termine	1050	Breve termine	49	21.4
Montebelluna (TV)	Depressurizzazione suolo	Lungo termine	409	Lungo termine	89	4.6
		Breve termine	1098	Breve termine	70	15.6
Torreglia (PD)	Depressurizzazione suolo	Lungo termine	1149	Lungo termine	_____	_____
		Breve termine	935	Breve termine	573	1.6

\* malfunzionamento dell'impianto di aspirazione



Allegati:

- A: selezione del campione di abitazioni – pag. 5
- B: pro-memoria per proprietari delle abitazioni e imprese edili coinvolte – pag. 1
- C: rapporti sulle singole abitazioni bonificate - pag. 16



## **ALLEGATO A: Selezione del campione di abitazioni**

### **Generalità**

La maggior parte degli edifici si trova nella Provincia di Vicenza e Belluno: la concentrazione radon indoor (media annuale) è maggiore al livello di riferimento pari a 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Circa il 73 % delle abitazioni rientra nella classe appartenente all'intervallo [200-400] Bq/m<sup>3</sup>, il 16% appartiene all'intervallo [400-600] Bq/m<sup>3</sup>, il 4% rientra nella classe [600-800] Bq/m<sup>3</sup> e il rimanente 7% supera gli 800 Bq/m<sup>3</sup>.

PROVINCIA	COMUNI COINVOLTI	ABITAZIONI MONITORATE
Vicenza	27	47
Belluno	23	37
Treviso	11	17
Padova	8	12
Verona	9	12
Totale	78	125

Figura 1: numero abitazioni e comuni coinvolti dall'indagine

PROVINCIA	Concentrazione [Bq/m <sup>3</sup> ]			
	200-400	400-600	600-800	>800
Vicenza	32	9	3	3
Belluno	27	5	2	3
Treviso	14	3		
Padova	8	1		3
Verona	10	2		
Totale	91	20	5	9

Figura 2: numero di abitazioni per classi di concentrazione

## Caratterizzazione generale tipologica degli edifici (TASP)

Viene riportata per ogni provincia la distinzione dei vari edifici in funzione dell'area geografica, della loro tipologia, della loro singola conformazione e dell'utilizzo dei piani più bassi.

VICENZA		
47	4	Area urbana
	17	Area isolata
	26	Area di piccolo agglomerato
	7	In collina
	20	In montagna
	20	In pianura
	33	Monofamiliari
	6	A schiera
	8	A "condominio"
	2	Edificio a un piano
	5	Piano non determinato
	12	Edificio a tre piani
	28	Edificio a due piani
	1	Sotterraneo
	1	Seminterrato
	2	Interrato su alcuni lati
	42	Sopra il terreno
1	Adibita a cantina	
1	Vespaio di fondazione	

TREVISO		
17	8	Area urbana
	4	Area isolata
	5	Area di piccolo agglomerato
	3	In collina
	1	Su bacino idrico
	13	In pianura
	12	Monofamiliari
	4	A schiera
	1	A "condominio"
	12	Edificio a due piani
	3	Edificio a tre piani
	2	Edificio a un piano
	4	Seminterrato
	10	Sopra il terreno
	2	Sotterraneo
	5	Cantina
	1	Vespaio di fondazione
1	Garage	

BELLUNO		
37	18	Area urbana
	9	Area isolata
	10	Area di piccolo agglomerato
	3	In collina
	33	In montagna
	1	In pianura
	20	Monofamiliari
	3	A schiera
	14	A "condominio"
	2	Edificio a un piano
	15	Edificio a tre piani
	11	Edificio a due piani
	8	Edificio a quattro piani
	1	Edificio a cinque piani
	2	Sotterraneo
	1	Seminterrato
	11	Interrato su alcuni lati
	23	Sopra il terreno
	2	Garage
	5	Adibita a cantina
	3	Vespaio di fondazione
	7	Adibita ad abitazione
	20	Adibita ad altro

PADOVA		
12	3	Area urbana
	7	Area isolata
	2	Area di piccolo agglomerato
	7	In collina
	1	Su bacino idrico
	4	In pianura
	10	Monofamiliari
	1	A schiera
	1	A "condominio"
	3	Edificio a due piani
	1	Edificio a tre piani
	8	?
	1	Seminterrato
	1	Interrato su alcuni lati
	9	Sopra il terreno
	6	Adibita ad altro
	1	Luogo di lavoro
	2	Vespaio di fondazione

VERONA		
12	2	Area urbana
	2	Area isolata
	8	Area di piccolo agglomerato
	6	In collina
	5	In montagna
	1	In pianura
	8	Monofamiliari
	4	A schiera
	1	Edificio a un piano
	4	Edificio a due piani
	5	Edificio a tre piani
	2	?
	3	Sotterraneo
	1	Seminterrato
	3	Interrato su alcuni lati
	5	Sopra il terreno
	6	Adibita ad altro
	1	Vespaio di fondazione
	4	Cantina
	1	Garage

## Definizione della TASP e selezione numero di abitazioni

**Vicenza:** EDIFICIO MONOFAMILIARE A DUE PIANI CHE SI ELEVA DA PIANO CAMPAGNA SITUATO PREVALENTEMENTE IN UN PICCOLO AGGLOMERATO SIA DI MONTAGNA CHE DI PIANURA

Numero di abitazioni scelte 6 + 9 riserve

**Belluno:** EDIFICIO MONOFAMILIARE A TRE O DUE PIANI CHE SI ELEVA DAL PIANO CAMPAGNA IN AREA URBANA DI MONTAGNA.

Numero di abitazioni scelte 5 + 5 riserve

**Padova:** EDIFICIO MONOFAMILIARE A DIVERSO NUMERO DI PIANI CHE SI ELEVA DA PIANO CAMPAGNA SITUATO IN COLLINA IN AREA ISOLATA

Numero di abitazioni scelte 3 + 2 riserve

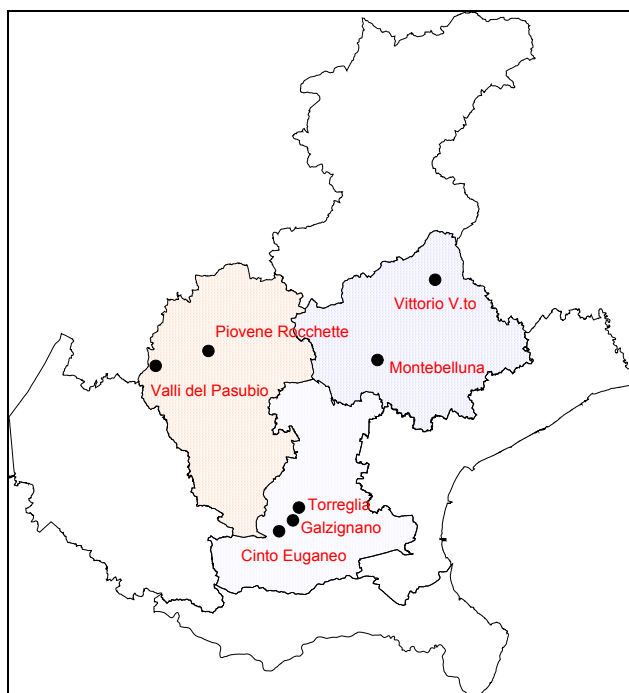
**Verona:** EDIFICIO MONOFAMILIARE A DUE PIANI CHE SI ELEVA DA PIANO CAMPAGNA SITUATO TRA COLLINA E MONTAGNA IN AREE DI PICCOLI AGGLOMERATI

Numero di abitazioni scelte 3

N.B.: date le basse concentrazioni misurate non vengono inserite abitazioni nel progetto sperimentale.

**Treviso:** EDIFICIO MONOFAMILIARE A DUE PIANI CHE SI ELEVA DA PIANO CAMPAGNA POSTO IN AREA URBANA DI PIANURA

Numero di abitazioni scelte 2 + 1 riserva



Ubicazione delle abitazioni selezionate per la partecipazione al progetto

## **ALLEGATO B: Pro-memoria per proprietari delle abitazioni e imprese edili coinvolte**

### **PROGETTO**

#### **SPERIMENTAZIONE DELLE AZIONI DI RIMEDIO SUGLI EDIFICI CON ALTA CONCENTRAZIONE DI GAS RADON NEL VENETO**

- Previsto nell'ambito del piano di prevenzione dell'inquinamento da gas radon dalla Delibera Giunta Regionale Veneto n. 79 del 18/01/2002.
- Interessa un campione di abitazioni già controllato nell'ambito della campagna regionale radon condotta dalle ULSS-ARPAV dal 1996 al 2000, e che presentano concentrazioni medie annuali di gas radon superiori a 200 Bq/m<sup>3</sup> stabiliti come valore di riferimento dalla Delibera Regionale.
- Il presente studio pilota, è condotto dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione Ambientale, Dipartimento Provinciale di Padova, in collaborazione con l'Istituto Universitario di Architettura di Venezia, e l'Associazione Nazionale Costruttori Edili.
- Scopo dello studio è sperimentare alcune soluzioni di bonifica dal gas radon adeguate alle tipologie costruttive utilizzate nella nostra regione.
- Gli enti promotori garantiranno:
  - ✓ Progettazione degli interventi edilizi
  - ✓ Manodopera svolta da imprese specializzate
  - ✓ Misure di concentrazione di radon volte ad ottimizzare gli interventi e a comprovarne l'efficacia
- Il proprietario dovrà provvedere ai costi dei materiali utilizzati
- Tempi di svolgimento:
  - ✓ Entro 2003: accettazione del progetto da parte dei proprietari, individuazione imprese edili partecipanti.
  - ✓ Anno 2004: progettazione e inizio lavori nelle abitazioni.
  - ✓ Entro anno 2006: conclusione del progetto.
- Vantaggi per le abitazioni selezionate:
  - ✓ Risoluzione di un inquinamento importante dal punto di vista sanitario
  - ✓ Costi contenuti, notevolmente ridotti rispetto ad un intervento realizzato al di fuori del progetto pilota
  - ✓ Valorizzazione dell'immobile
- Tutti i dati sensibili di carattere personale saranno trattati in modo da garantire la sicurezza e la riservatezza secondo la Legge 675/96, e utilizzati a esclusivo scopo di studio

## **ALLEGATO C : Rapporto sulle singole abitazioni bonificate**

### **ABITAZIONE 1 – Colli Euganei (Pd)**

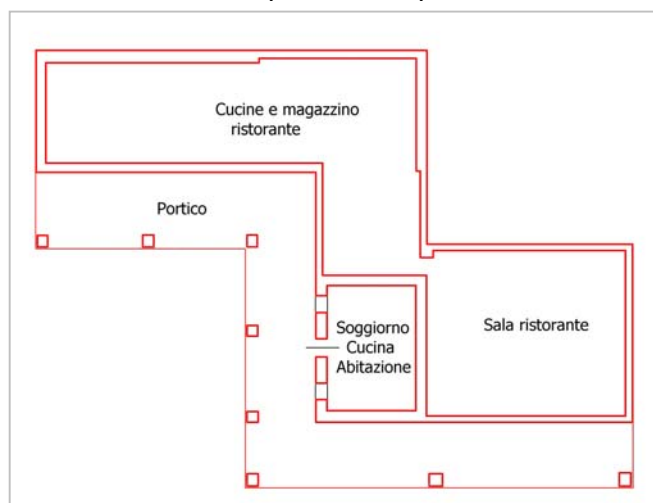
#### **Inquadramento geografico e geologico**

L'abitazione si trova all'interno del Parco Regionale dei Colli Euganei (PD) nel comune di Cinto Euganeo in località Valnogaredo. L'edificio è isolato e, seppur in posizione panoramica, non risente di un'elevata esposizione al vento in quanto protetto a Nord dal rilievo collinare più alto degli Euganei.

La natura del sottosuolo su cui poggia l'edificio è costituita dal contatto tra rocce vulcaniche (rioliti e in parte basalti) e rocce sedimentarie più antiche come le marne. Questa situazione è pertanto caratterizzata da una serie di discontinuità litologiche che determina una permeabilità secondaria al sottosuolo favorendo la circolazione del gas radon.

#### **Tipologia edilizia e tecniche costruttive**

Monofamiliare a due piani facente parte di un complesso più ampio destinato ad agriturismo e bed&breakfast. La struttura originaria risale a fine '800 ed è stata interessata da ristrutturazioni e ampliamenti a partire dal 1970 sino all'attuale configurazione.

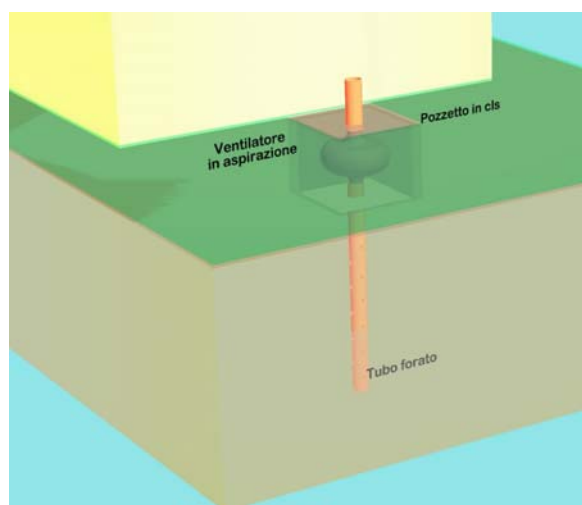


Si sviluppa in elevazione da piano campagna e la parte abitativa è costituita da un'unica stanza al piano terra, mentre al primo piano ci sono le stanze da letto e i servizi igienici. La muratura è realizzata in conci di pietra e calce con una controparete in tramezze con interposto uno strato isolante. I telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera e di guarnizioni di tenuta; le ante esterne sono in legno.

Il solaio a terra prevede un vespaio in pietrame locale di 10 cm con sovrastante un getto di calcestruzzo e successivo massetto di pavimentazione. Le fondazioni sono continue in pietrame.

#### **Ipotesi di intervento**

Numerose misure di concentrazione di radon sono state eseguite a partire dal 1995 in tutta la struttura. Su periodo di 6-7 mesi, la concentrazione rilevata nell'abitazione, con strumentazione passiva, ricade in un intervallo compreso tra 770 - 840 Bq/m<sup>3</sup>.



In accordo con il proprietario è stata presa la decisione di effettuare la bonifica solo dalla parte adibita ad abitazione. A seguito di un sopralluogo è stata ipotizzata la possibilità di 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.



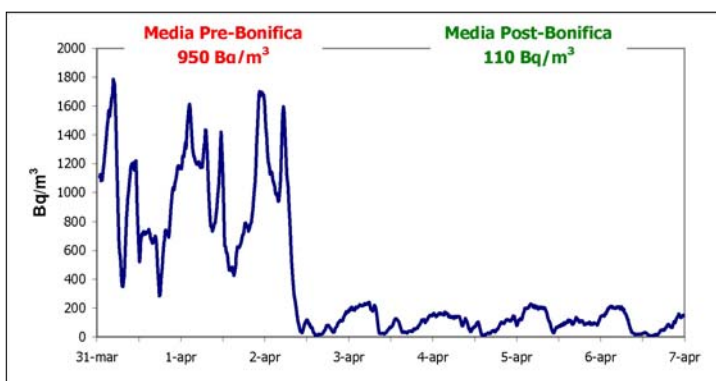
All'interno dello scavo è stato posizionato un tubo in PVC opportunamente forato avente un diametro da 80 mm. Lo scavo è stato quindi riempito con ghiaia per creare un'intercapedine sino ad un'altezza tale da consentire l'inserimento di un pozzetto in calcestruzzo 40x40 cm., forato su due lati, che permetta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



Il coperchio del pozzetto è quotato a livello del marciapiede; dal foro precedentemente realizzato esce un tubo che convoglia il gas 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<sup>3</sup>.



## Efficacia della bonifica

L'intervento realizzato ha dimostrato un'ottima efficacia nel ridurre la concentrazione al di sotto dei limiti, anche se permane evidente l'andamento giorno-notte del gas radon dopo la bonifica. I lavori hanno richiesto una settimana di tempo circa, sia per l'utilizzo di metodi manuali sia per le avverse condizioni climatiche del periodo.

Al termine della bonifica il sistema di aspirazione è stato completato con idoneo impianto elettrico e adeguata protezione del ventilatore; è stato inoltre stabilito di temporizzarne il funzionamento consigliando l'accensione alle ore 16 e lo spegnimento alle ore 8 del mattino successivo durante il periodo Aprile-Ottobre. Nel periodo invernale è preferibile mantenere il funzionamento del ventilatore in continuo.

La misura annuale dopo la bonifica ha confermato l'efficacia dell'intervento svolto.



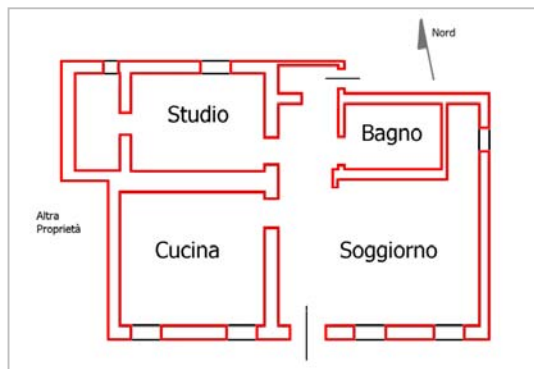
## ABITAZIONE 2 – Colli Euganei (Pd)

### Inquadramento geografico e geologico

L'abitazione si trova all'interno del Parco Regionale dei Colli Euganei (PD) nel comune di Galzignano Terme, lungo la valle Cengolina nel settore orientale del complesso collinare. L'edificio, inserito in un agglomerato di abitazioni che si sviluppa a ridosso dei versanti della piccola valle, è costituito da due unità abitative confinanti. L'esposizione al vento è modesta e risente delle condizioni climatiche locali legate alle caratteristiche della valle.

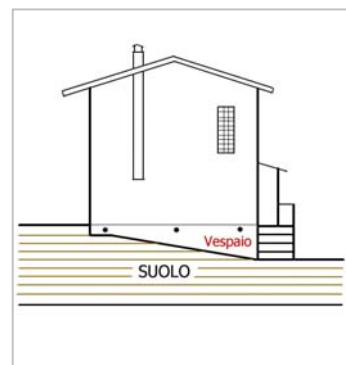
La geologia della valle è costituita da un unico apparato trachitico che si sviluppa lungo i due versanti e i depositi di riempimento della valle sono pertanto costituiti da materiali a diversa granulometria più o meno consolidati che riflettono la composizione della roccia madre.

### Tipologia edilizia e tecniche costruttive



Bifamiliare a due piani ampliata negli anni '80 a partire da una precedente costruzione.

Si sviluppa in elevazione al di sopra di un rialzo a spessore variabile che costituisce il vespaio. La pianta abitativa è a sviluppo rettangolare occupando una superficie di circa 75 m<sup>2</sup> e il tetto è a falde.

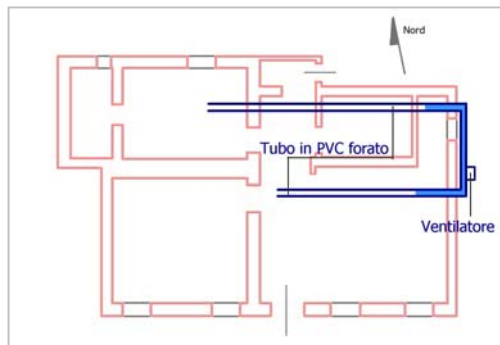


Le pareti sono in laterizio e attorno all'abitazione è presente un marciapiede. Il lato est è privo di aperture. I telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera e di guarnizioni a tenuta, mentre le ante sono in legno a battente normale a due sportelli.

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<sup>3</sup>. 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.



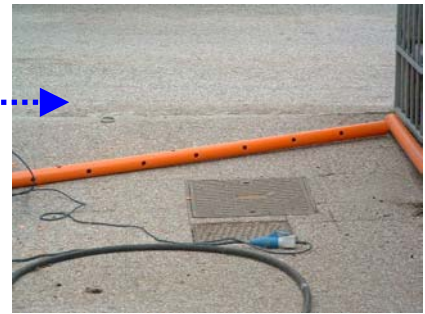
Si è deciso quindi di intercettare il gas radon al di sotto dell'abitazione, con un opportuno sistema di aspirazione del vespaio sfruttando proprio le bocchette presenti. Inoltre l'assenza di apertura lungo tale lato della casa assicura che il radon estratto non rientri all'interno. È stato deciso di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

## 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.

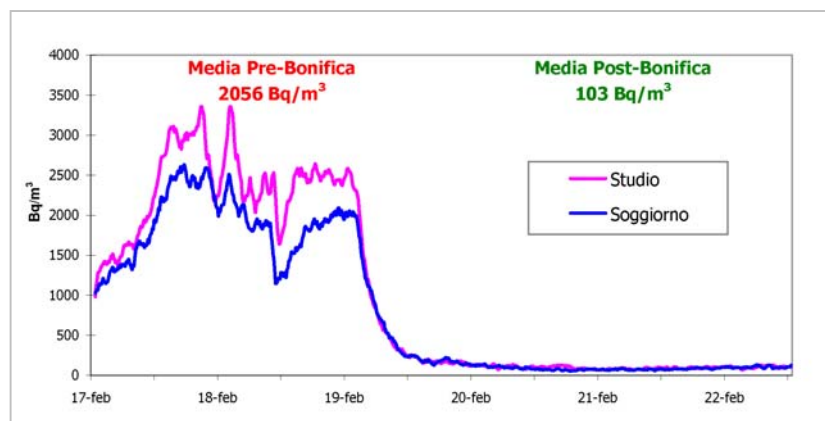


I due tubi sono stati raccordati e collegati con un ventilatore centrifugo assiale della potenza di 65 W; un breve tratto di tubo verticale completa l'impianto. La posizione del ventilatore è centrale rispetto alla lunghezza dell'intero impianto di tubazioni.



## 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<sup>3</sup>.

### **Efficacia della bonifica**

L'intervento di bonifica svolto, il primo da noi realizzato nel Veneto, ha dimostrato un'ottima efficacia riducendo sotto i limiti raccomandati la concentrazione di radon. I lavori sono stati eseguiti in mezza giornata lavorativa e, una volta confermata l'efficacia della bonifica, il proprietario ha provveduto a realizzare un idoneo impianto elettrico garantendo nel frattempo un'adeguata protezione dalle intemperie.

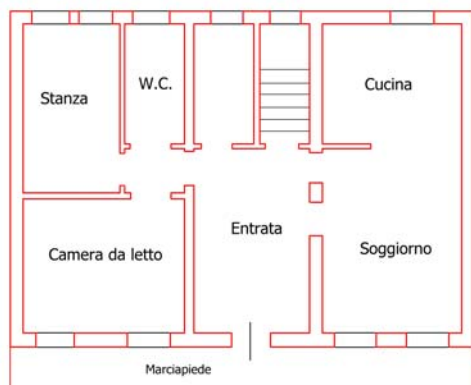
Sono state effettuate delle prove di aspirazione per valutare la possibilità di temporizzare il funzionamento del ventilatore e quindi ottenere un risparmio energetico: sulla base di tali prove è stato deciso che nel periodo Ottobre-Aprile l'orario di funzionamento vada dalle 16 alle 8 del mattino successivo, mentre per il restante periodo l'accensione può essere ritardata di qualche ora.

Infine è stata ripetuta una misura annuale della concentrazione di radon che ha confermato i valori ottenuti dalla bonifica, pur risentendo della temporizzazione dell'impianto.

### Inquadramento geografico e geologico

L'abitazione si trova nel comune di Vittorio Veneto (TV), in località Longhere, lungo la strada che porta ai laghi di Revine. L'edificio, costituito da due unità abitative confinanti, è inserito in un piccolo agglomerato di abitazioni che si sviluppa a fianco di un corso d'acqua di modesta portata. Le caratteristiche litologiche del terreno su cui poggia l'abitazione sono dovute alla presenza di un materiale permeabile costituito da ciotoli di media grandezza immersi in una matrice sabbiosa-limosa.

### Tipologia edilizia e tecniche costruttive



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.

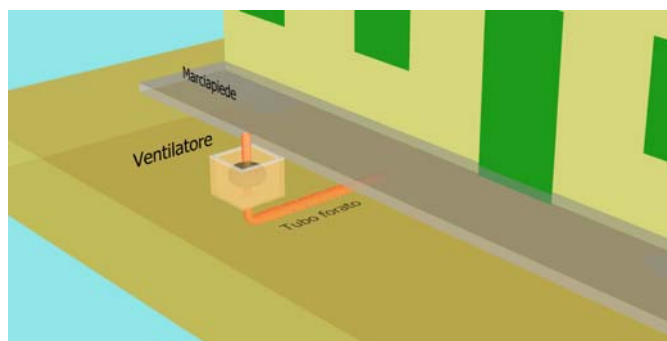
Le fondazioni sono continue in pietrame e il solaio a terra prevede un getto di calcestruzzo e successivo massetto di pavimentazione. Circa due anni fa, le fondazioni sono state rinforzate con delle iniezioni di resina espandente a seguito di alcune crepe formatesi nell'edificio conseguenti a

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  $566 \text{ Bq/m}^3$ . 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



### 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.



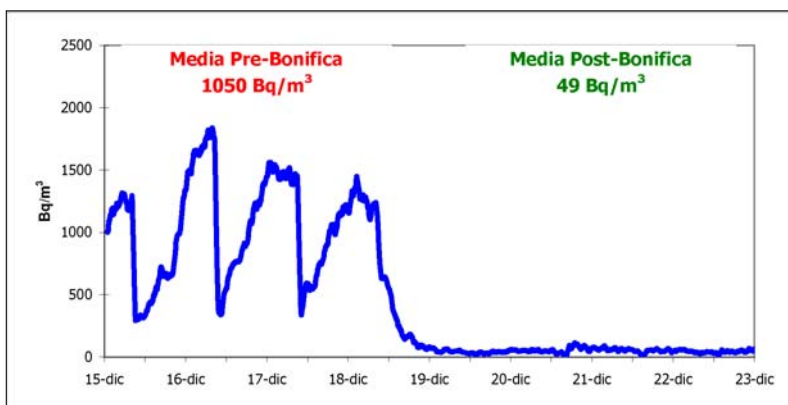
È stato quindi completato il riempimento dello scavo e la rifinitura per un'adeguata protezione del ventilatore.

### 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<sup>3</sup>.

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



### Efficacia della bonifica

L'intervento è stato realizzato in una mattinata e non sono state incontrate difficoltà di esecuzione. Per valutare la validità della bonifica anche nel locale cucina lo strumento attivo è stato posizionato in tale stanza: anche in questo caso i valori di radon sono del tutto confrontabili con quelli registrati nella camera da letto.

Attualmente è in corso la misura di verifica annuale e l'impianto di aspirazione è stato temporizzato secondo il seguente orario: 17 – 8 nel il periodo invernale, 20 – 7 nel periodo estivo.

Infine è stata ripetuta una misura annuale della concentrazione di radon che ha confermato i valori di riduzione ottenuti.

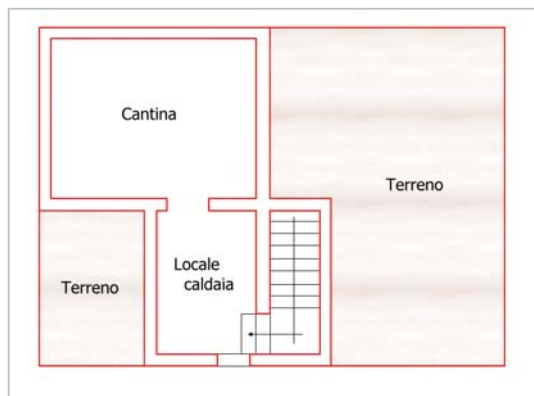


## ABITAZIONE 4 – Montebelluna (Tv)

### Inquadramento geografico e geologico

L'abitazione si trova nel centro abitato di Montebelluna (TV), ed è inserita in un quartiere residenziale densamente abitato. L'esposizione al vento è scarsa.

Le caratteristiche dell'immediato sottosuolo sono relative alla presenza di spessori metrici di materiale fine limoso-argilloso con alcune inclusioni di ciotoli di piccole dimensioni.



### Tipologia edilizia e tecniche costruttive

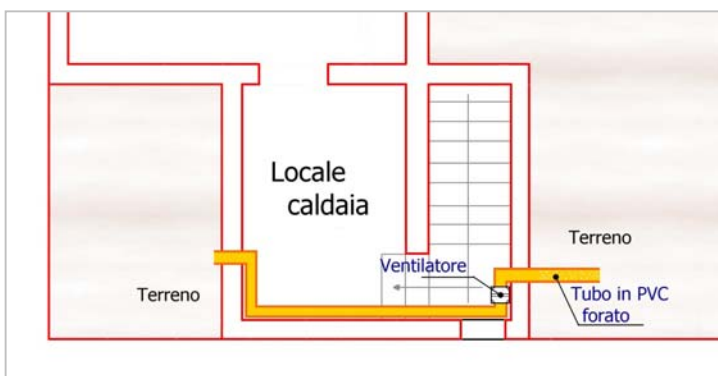
Monofamiliare con locale interrato e due piani abitati, costruita negli anni '70, con pianta pressoché quadrata. Tetto a falde, superficie totale di circa 110 m<sup>2</sup>, locale interrato destinato a cantina in posizione asimmetrica rispetto alla planimetria. I telai delle finestre sono in legno e 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/m<sup>3</sup>.

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.



### 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.

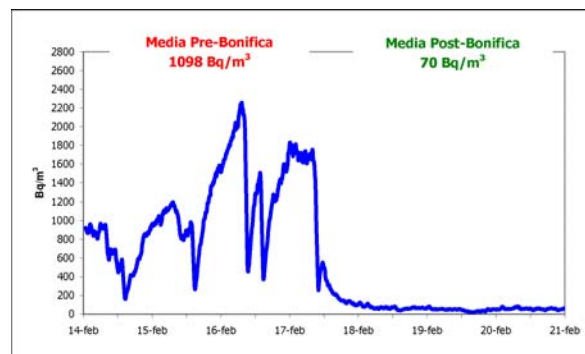


L'intero impianto è stato quindi raccordato con una tubazione in PVC e nei pressi del primo foro è stato canalizzato un ventilatore da 70 W che espelle il gas intercettato dalla finestrella posizionata subito sopra.



### 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  $70 \text{ Bq/m}^3$ , con fattore di riduzione pari a 13.



### Efficacia della bonifica

L'intervento è stato realizzato in mezza giornata lavorativa e non sono state incontrate difficoltà di esecuzione. Per valutare la validità della bonifica anche nel locale cucina, sito dall'altro lato dell'edificio, è stata utilizzata la medesima strumentazione: i valori di radon sono risultati confrontabili con quelli ottenuti nello studio.

Attualmente è in corso la misura di verifica annuale; l'impianto di aspirazione è stato temporizzato con periodo 17 – 8 nel il periodo invernale, 20 – 7 nel periodo estivo.

## ABITAZIONE 5 – Piovene Rocchette (Vi)

### **Inquadramento geografico e geologico**

L'abitazione si trova all'ingresso del centro abitato di Piovene Rocchette, in provincia di Vicenza, lungo una via poco trafficata.

Le caratteristiche geologiche dell'immediato sottosuolo sono rappresentate essenzialmente da materiali grossolani, ciotoli e ghiaie, da formazioni quaternarie di origine fluvio-glaciale, alternate a livelli di materiali fini.

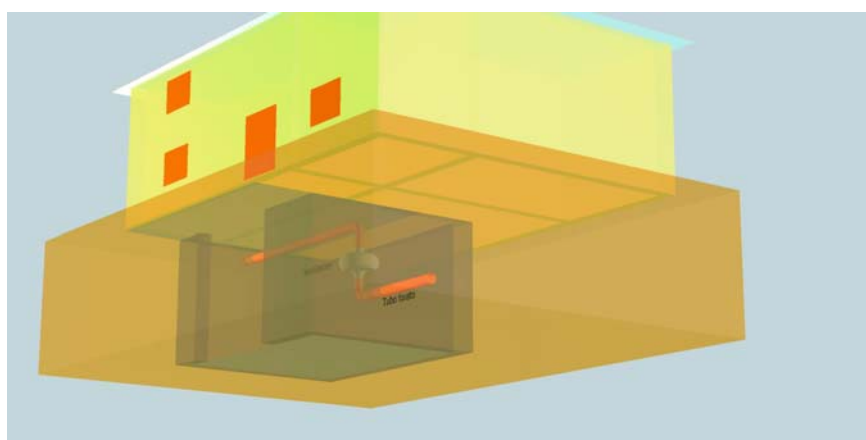
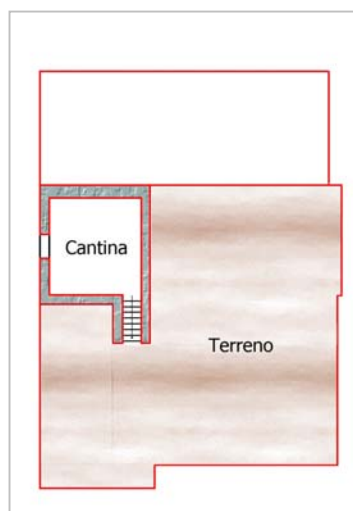
### **Tipologia edilizia e tecniche costruttive**

Monofamiliare a due piani con un locale interrato adibito a cantina posto in posizione asimmetrica rispetto alla planimetria abitativa. Il primo piano non risulta utilizzato.

L'edificio è stato costruito nei primi anni '60 e le murature sono in laterizio con un intercapedine vuota per il passaggio dei tubi di servizio.

I serramenti sono in buono stato, costituiti da telai in legno dotati di vetrocamera; le ante sono in legno a battente normale a due sportelli.

Le fondazioni sono continue e l'attacco a terra prevede un getto di calcestruzzo con sovrastante massetto di pavimentazione.



### **Ipotesi di intervento**

All'interno dell'abitazione è stata eseguita, su richiesta del proprietario, una misura della concentrazione di gas radon il cui valore medio annuo è risultato pari a  $1081 \text{ Bq/m}^3$ . In seguito a sopralluogo ed esaminate le condizioni strutturali della casa, si è ipotizzato di intervenire nella cantina (non utilizzata dal proprietario) lungo la parete interna creando un foro

orizzontale, orientato e profondo, in maniera tale da raggiungere la zona centrale dell'edificio e consentire un'aspirazione meccanica del gas dal terreno su tutta l'intera superficie abitativa.



### Descrizione dell'intervento

Dopo aver forato il muro della cantina a circa metà altezza della parete, è stato possibile prendere visione della reale natura del sottosuolo, che si presenta formato da materiale grossolano abbastanza permeabile. Non avendo a disposizione mezzi idonei per realizzare il foro fino alla profondità voluta, circa 1.50 m, si è reso necessario terminare la perforazione tramite rimozione manuale del materiale sino a circa 80 cm dal limite esterno della parete della cantina.

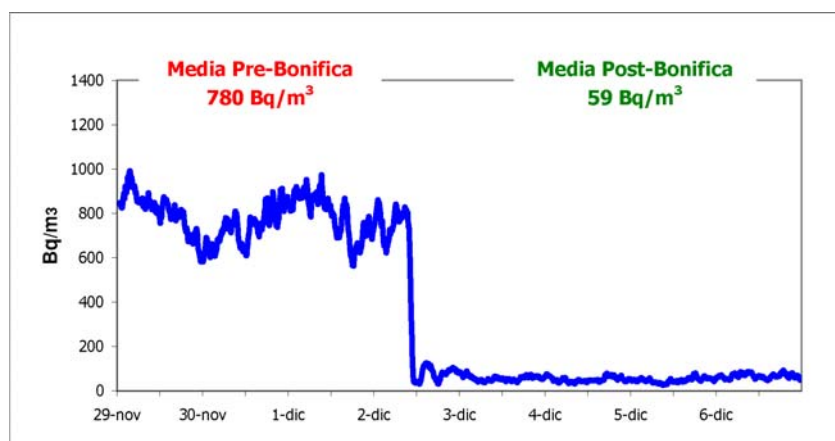


Nel foro è stato inserito un tratto di tubazione in PVC, avente diametro di 80 mm, canalizzato con un ventilatore assiale della potenza di circa 70 W che convoglia l'aria aspirata all'esterno della cantina tramite una finestrella.



### Risultati dell'intervento

Nel soggiorno è stato posizionato uno strumento attivo per il monitoraggio temporale della concentrazione del gas radon durante l'intero periodo della bonifica. Nei giorni precedenti all'intervento la media rilevata è stata di 780 Bq/m<sup>3</sup>, mentre dopo l'accensione del ventilatore si è avuta una riduzione della concentrazione che già in qualche ora si è assestata su di un valore medio pari a 59 Bq/m<sup>3</sup>.



Il fattore di riduzione della bonifica risulta pari a 13.

### Efficacia della bonifica

L'intervento è stato realizzato in mezza giornata lavorativa e, nonostante l'impossibilità di raggiungere la profondità di scavo preventivata per l'aspirazione, ha fornito un ottimo risultato. Probabilmente la natura permeabile del terreno sottostante l'abitazione garantisce l'efficacia dell'aspirazione su un ampio volume del sottosuolo, nonostante il breve tratto di inserimento della tubazione orizzontale. Per valutare la validità della bonifica anche nelle altre stanze al piano terra si sono svolte ulteriori misurazioni che hanno fornito valori paragonabili a quelli ottenuti in soggiorno.

L'impianto di aspirazione è stato temporizzato secondo la scansione 17 – 8 nel periodo invernale, 20 – 7 nel periodo estivo.

La misura di verifica annuale ha confermato l'efficacia della bonifica.

## ABITAZIONE 6 – Valli del Pasubio (Vi)

### **Inquadramento geografico e geologico**

L'abitazione si trova nel comune di Valli del Pasubio (Vi), in località Sturma sul versante destro della vallata del torrente Leogra. L'edificio è inserito in un piccolo e isolato agglomerato di abitazioni.

La geologia del rilievo è costituita da filladi appartenenti alle sequenze metamorfiche pre-Carbonifere. Si tratta di rocce molto antiche dall'aspetto scistoso, con lucentezza setosa e colorazione argentata chiaro-grigio.

### **Tipologia edilizia e tecniche costruttive**

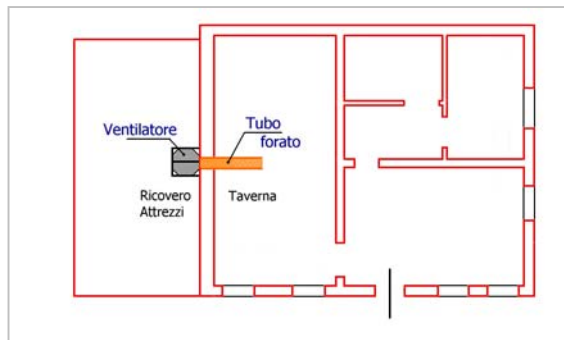
Villino monofamiliare ristrutturato recentemente con annessa una parte originaria non ancora sistemata e adibita a ricovero attrezzi. L'abitazione viene usata saltuariamente e si sviluppa su due piani. Le murature in elevazione sono realizzate in laterizi e cemento. I telai delle finestre sono in legno, dotati di vetrocamera e di guarnizioni a tenuta, mentre le ante sono in legno a battente normale a due sportelli.

Le fondazioni sono in pietrame e le strutture di contenimento orizzontale prevedono un gettata in calcestruzzo con sovrastante massetto di pavimentazione.

### **Ipotesi di intervento**

La misura annuale di radon, eseguita con strumentazione passiva, ha rilevato una concentrazione media nel soggiorno pari a  $741 \text{ Bq/m}^3$ .

È stato quindi eseguito un sopralluogo presso l'abitazione per progettare l'intervento di bonifica; in quest'ambito sono state acquisite tutte le informazioni progettuali relative alla



costruzione dell'abitazione. Si è stabilito di intervenire con un pozzetto di aspirazione esterno alla nuova costruzione, utilizzando il ricovero attrezzi non ancora ristrutturato. Ai piedi della parete in comune, di spessore pari a circa 60 cm, è stato realizzato un sistema di aspirazione del sottosuolo, dopo aver raggiunto il piede della fondazione: in questo punto viene inserito un tubo perforato da far passare sotto l'abitazione confinante. L'aspirazione del gas è assicurata tramite un ventilatore.

### **Descrizione dell'intervento**

È stato realizzato a mano, in una posizione di mezzeria, un piccolo scavo adiacente alla parete che divide l'abitazione dal ricovero attrezzi. L'apertura dello scavo, profondo circa 20 cm, ha reso possibile eseguire un foro orizzontale delle dimensioni di 80 mm verso l'interno dell'abitazione,

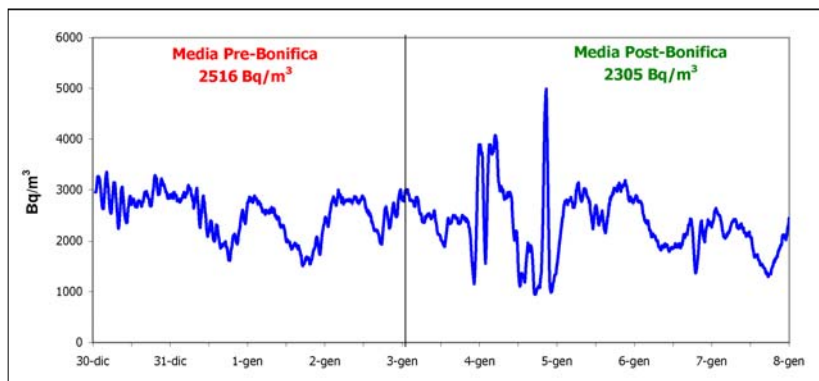
con lunghezza di circa 70 cm, all'interno del quale è stato inserito un tratto di tubazione in PVC.



Lo sbocco del tubo è stato raccordato, tramite un gomito, con un ventilatore della potenza di 70 W alloggiato all'interno di un pozzetto di calcestruzzo. L'espulsione del gas all'esterno avviene tramite una condotta realizzata con tubazioni in PVC che si sviluppa a partire dal pozzetto per proseguire lungo il soffitto e terminare al di fuori della finestra del ricovero attrezzi.

### Risultati dell'intervento

Una settimana prima di eseguire l'intervento di bonifica è stato posizionato uno strumento attivo per la rilevazione temporale della concentrazione di radon nella sala. Nei giorni



successivi l'accensione della ventilazione, non si osserva nessuna variazione sostanziale nell'andamento della concentrazione di radon. Anche a seguito dell'inversione del flusso d'aria, operando quindi in pressurizzazione, non è stata riscontrata alcuna diminuzione della concentrazione di radon.

### Efficacia della bonifica

L'intervento realizzato non è in grado evidentemente di intercettare il radon proveniente dal terreno. Probabilmente la mancata efficacia della bonifica è da imputare alla scarsa profondità del punto di aspirazione e alla non corretta realizzazione del foro orizzontale la cui lunghezza non è tale da garantire un'adeguata influenza dell'aspirazione al di sotto della costruzione.

## ABITAZIONE 7 – Colli Euganei (Pd)

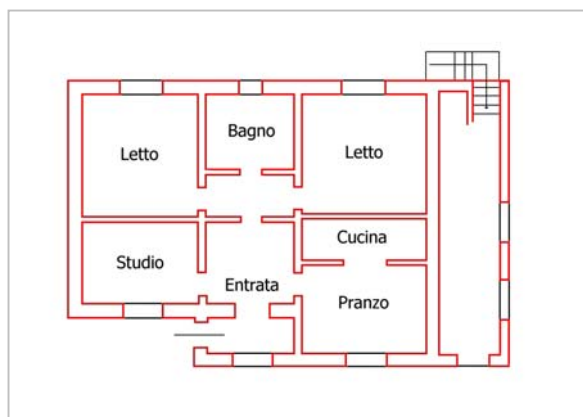
### Inquadramento geografico e geologico

L'abitazione si trova all'interno del Parco Regionale dei Colli Euganei (PD) nel comune di Torreglia, nel settore orientale del complesso collinare. L'edificio si trova ai piedi del versante di un piccolo monte, in una posizione isolata e adiacente ad un corso d'acqua .

La geologia del rilievo è costituita da un cumulo riolitico che si è intruso nelle più antiche rocce sedimentarie formando una zona di contatto tra diverse litologie, ed è pertanto caratterizzata da una marcata fratturazione che facilita la risalita del radon.

### 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

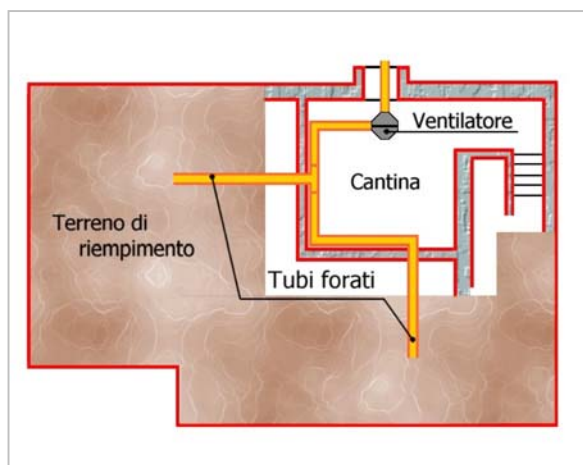


affittata, poiché i proprietari risiedono al secondo piano. Le murature in elevazione sono realizzate in conci di pietra e calce. I telai delle finestre sono in legno e dotati di vetrocamera e di guarnizioni a tenuta, mentre le ante sono in legno a battente normale a due sportelli.

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<sup>3</sup>. 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.

### 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.

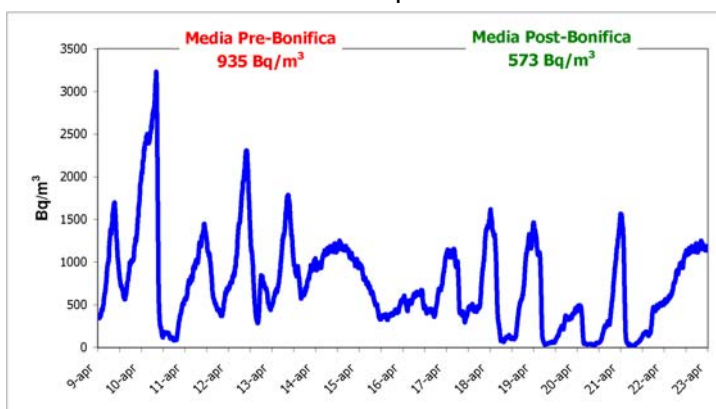


Nel tratto terminale della canalizzazione è stato inserito un ventilatore da 70 W, che tramite un tubo di raccordo espelle il gas tramite una finestrella a bocca di lupo.

### 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.



### Efficacia della bonifica

L'intervento realizzato non è in grado di intercettare il radon proveniente dal terreno. Anche a seguito dell'utilizzo di un ventilatore dotato di maggiore potenza (300 W), non sono stati registrati progressi significativi.

Tra le cause vi è probabilmente la non corretta ubicazione dei fori di aspirazione realizzati alla base delle pareti, in quanto non in grado di catturare il radon nel notevole volume di terreno sovrastante.

Sono state solamente ipotizzate ulteriori azioni, che prevedono sia un miglioramento dell'attuale impianto, tramite opportune modifiche, sia la realizzazione di pozzetti di captazione esterni all'abitazione.