



Sommario

1 Radioattività	2
1.1 Materiali radioattivi di origine naturale	2
1.2 Le radiazioni.....	3
1.3 Il fenomeno della radioattività	4
2 Il Radon	
2.1 Presenza di radon in un'abitazione	5
2.2 Normativa di riferimento	6
2.3 Tecniche di misurazione ed applicazione del metodo per la rilevazione del Radon in ambienti antropizzati.....	17
2.4 Strategie di intervento	22
2.5 Scelta della tecnica di bonifica.....	27
2.6 Interventi preventivi	33
3 Strumenti di misura del gas Radon	
3.1 Misura nelle acque	38
3.2 Misure nei suoli.....	41
3.3 Misure indoor	43
3.4 Misure da materiali	44



1 Radioattività

1.1 Materiali radioattivi di origine naturale

Le sostanze radioattive presenti in natura sono definite “NORM”, Naturally Occurring Radioactive Materials.

Esse sono rappresentate da qualsiasi radionuclide presente in natura.

La radioattività associata a queste sostanze può essere definita Radioattività presente in natura “NOR”.

Gli elementi radioattivi presenti in natura, possono essere suddivisi in :

- *Primordiali*: presenti sin dalla formazione della Terra.
- *Cosmogenici*: prodotti dall’impatto della radiazione cosmica con l’ambiente terrestre.
- *Antropogenici*: prodotti in seguito delle attività umane e tecnologiche.

I Primordiali sono caratterizzati da:

- Lunga vita.
- Emivita nell’ordine del milione o miliardi di annidi anni.
- Presenza attuale sulla Terra.

I Cosmogenici, in genere, sono caratterizzati da emivita breve, tranne che per alcuni elementi.

Un elemento Radioattivo, si esaurisce, decadendo in elementi stabili finali, dopo un tempo pari a circa 30 volte la sua emivita.

I principali elementi primordiali sono: Uranio (^{238}U) e Torio (^{232}T).

L’uso della radioattività e le attività industriali hanno determinato un accrescimento delle concentrazioni di alcuni radionuclidi presenti nell’ambiente terrestre. Il bando dei test nucleari, e i valori bassi di emivita per alcuni radionuclidi, hanno determinato una riduzione delle concentrazioni di radionuclidi già presenti.

In alcuni casi può accadere che in alcune lavorazioni industriali vengano utilizzate sostanze contenenti NORM. Gli scarti di queste lavorazioni possono contenere concentrazioni accresciute di NORM, detti quindi TENORM.

Esempi di questi processi sono:

- Lavorazione della carta
- Trattamento delle acque da depurare e dei fanghi di depurazione
- Combustione del carbone e produzione di petrolio e gas
- Produzione di ceramica e di elementi elettronici.



1.2 Le radiazioni

Con il termine radiazioni si intendono una serie di fenomeni, tra loro differenti, che hanno in comune il trasporto di energia nello spazio.

L'energia trasportata dalla radiazione viene ceduta alla materia che attraversa, e si ha quindi un incremento di temperatura nel punto dove è avvenuto l'assorbimento.

Esempi di radiazione:

- Luce visibile
- Onde radiotelevisive
- Emissioni di particelle o di fotoni (X o γ) da parte di un elemento radioattivo.

Le radiazioni possono anche essere distinte in:

- Corpuscolate :dotate di massa, come le particelle cariche elettricamente e i neutroni
- Non corpuscolate : i fotoni (X o γ) che non hanno né massa né carica.

le radiazioni più energetiche possono esercitare un' azione lesiva sull' organismo, conseguenza diretta dei processi fisici di eccitazione e ionizzazione degli atomi e delle molecole dei tessuti colpiti dagli urti delle particelle con la materia.

In relazione all' energia posseduta e quindi agli effetti prodotti sulla materia attraversata, le radiazioni si distinguono in :

- Ionizzanti.
- Non ionizzanti.

Quando una radiazione ha energia sufficiente, può ionizzare il mezzo attraversato, ossia produrre cariche positive e negative.

A seconda che la ionizzazione del mezzo colpito da radiazione avvenga per via diretta o indiretta, le radiazioni ionizzanti vengono distinte in :

- Radiazioni direttamente ionizzanti
- Radiazioni indirettamente ionizzanti

L'ENERGIA DELLE RADIAZIONI SI MISURA IN ELETTRONVOLT (eV).

1 eV= energia acquistata da una carica elettrica unitaria (un elettrone) attraversando una d.d.p. di 1 Volt.

I multipli dell' eV sono il:

- KeV= 10^3 eV
- MeV= 10^6 eV
- GeV= 10^9 eV



1.3 Il fenomeno della radioattività

In fisica nucleare si denota con il simbolo ${}^A_Z X$ il NUCLIDE, dove con X si indica l'elemento, con A il numero di massa e con Z il numero atomico.

La stabilità di un nucleo, dipende da l rapporto $N/P = \text{neutroni/protoni}$.

Se N/P è prossimo a 1 il nuclide è stabile e si parla di *nuclei leggeri*.

Se il numero dei neutroni supera di molto quello dei protoni siamo in presenza di *nuclei pesanti* e il nuclide è detto instabile.

In questo caso il nuclide tende spontaneamente a trasformarsi per raggiungere uno stato energeticamente più favorevole. Si parla di *processo di decadimento o Disintegrazione*.

Si parte , allora, da un nuclide padre, per arrivare ad un nuclide figlio.

Se il nuclide figlio è stabile, allora il processo di decadimento ha termine, altrimenti il processo continua.

La velocità di disintegrazione di un isotopo radioattivo è proporzionale alla quantità dell' isotopo presente mediante una costante K.

Il tempo che trascorre affinché un nucleo instabile decada è soggetto ad una legge probabilistica ed è caratteristico di ogni nuclide.

L'emittività o tempo di dimezzamento di un isotopo è il tempo necessario affinché metà dell' isotopo presente decada.

Esso non dipende dalla quantità dell'isotopo presente, e non dipende dalle normali variazioni di temperatura e di pressione.

Varia da piccole frazioni di secondo a diversi miliardi di anni.

I radioisotopi trasmutano, decadono o si disintegrano in un isotopo diverso in tre modi diversi , in cui viene prodotta radiazione corpuscolata:

- 1) Emettono 2 protoni e due neutroni, sottoforma di un nucleo di Elio (He).
Il fenomeno è detto *decadimento alpha*
- 2) Emettono 1 elettrone e un antineutrino. Il fenomeno è detto *decadimento beta -*.
- 3) Emettono 1 positrone e un neutrino. Il fenomeno è detto *decadimento beta +*.

I principali tipi di radiazioni nucleari sono:

- Particelle α : nuclei di Elio costituite da due protoni e due neutroni
- Particelle β : elettroni
- Particelle γ :



2 Il Radon

Il Radon è un gas nobile radioattivo di origine naturale. È originato dalle serie naturali del ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th .

I suoi isotopi di interesse radioprotezionistico sono in particolare il ^{222}Rn , ^{219}Rn , ^{220}Rn .

Questo gas è distribuito in maniera non uniforme su tutto il pianeta e può essere pericoloso per la salute ad elevate concentrazioni.

Relativamente alla radioattività naturale si è evinto che la radiazione naturale a cui è esposta la popolazione proviene dalla disintegrazione degli isotopi radioattivi nella crosta terrestre, dalla radiazione cosmica dagli isotopi radioattivi che costituiscono gli esseri viventi.

Il 40% di questa radioattività naturale è data dal Radon.

Spesso il gas viene utilizzato come tracciante nelle attività di ricerca, in particolare per il monitoraggio di processi naturali di trasporto veloce in

- Litosfera (Radon in Soil gas)
- Idrosfera (Radon in water)
- Atmosfera (Radon in air)

I fenomeni di trasporto nella litosfera sono di Emanazione ed Esalazione.

2.1 Presenza di radon in un'abitazione

Nelle abitazioni è possibile riscontrare, in alcuni casi, una presenza significativa di gas Radon.

La presenza di questo gas è data da:

- esalazioni dal suolo circostante l'abitazione, per Advezione (80-90%) o diffusione (1-4%)
- Esalazioni dai materiali da costruzione(2-5%)
- Esalazioni dall' acqua proveniente dai rubinetti meno dell' 1%

L'ingresso dell' gas all'interno dell' abitazione, dall' esterno, è data da leggere differenze di pressione tra interno ed esterno, determinate dal vento o da una certa differenza di temperatura tra interno ed esterno.

Non tutto il Radon che si produce in un materiale poroso per decadimento del Radio in esso contenuto è disponibile per il passaggio nell' aria.

Solo il Radon esterno alla superficie dei grani del materiale si libera in aria, e la presenza di acqua nei pori facilita la fuoriuscita del gas.



A causa della sua natura gassosa e della sua inerzia chimica, questo gas diffonde rapidamente, e raggiunge lo spazio esterno.

Nei luoghi aperti si disperde, mentre in quelli chiusi si concentra.

Una delle principali fonti di Radon sono le rocce cristalline presenti nel terreno.

La distribuzione non uniforme dei progenitori del Radon nei vari tipi di roccia, causa una produzione non uniforme. Nei punti di risalita del materiale roccioso dal mantello alla crosta si riscontrano le maggiori concentrazioni del gas.

Lo spostamento del radon dal suolo, dipende da numerosi fattori:

- Grado di fratturazione della roccia
- Permeabilità del terreno. Più il sottosuolo è permeabile, più il Radon riesce ad arrivare alla superficie. A particolare rischio sono le colate o i depositi detritici nelle zone identificate a rischio Radon.
- Variazioni di temperatura e di pressione dell'aria tra interno ed esterno degli edifici. Queste variazioni provocano notevoli oscillazioni giornaliere e stagionali di Radon.

Per quanto riguarda le tipologie di rocce interessate le emissioni di Radon variano da un'emissione notevole per le Arenarie, le rocce vulcaniche, ad una bassa emissione per le rocce carbonatiche.

2.2 Normativa di riferimento

➤ Per gli ambienti residenziali

RACCOMANDAZIONE EUROPEA A90/143/EURATOM

La comunità europea al fine di armonizzare gli standard di protezione, fornisce due valori di riferimento

- 400 Bq/m³ per le abitazioni già esistenti
- 200 Bq/m³ per le abitazioni da edificare

➤ Per gli ambienti di lavoro

DIRETTIVA EUROPEA 90/26/EURATOM

La direttiva chiede agli stati membri di:

- Individuare gli ambienti di lavoro a rischio
- Eseguire adeguati controlli
- Imporre limiti per gli ambienti di lavoro



➤ **Radon Prone Areas**

Relativamente alle Aree con elevata probabilità di alte concentrazioni di Radon, non è stato possibile da parte delle regioni, individuare nei tempi prestabiliti queste zone, poiché l'autorità governativa non ha fornito linee guida e criteri.

➤ **Per le acque potabili**

RACCOMANDAZIONE EUROPEA 2001/928/EURATOM

si richiede agli stati membri:

- Un' intensificazione dei controlli se la concentrazione di Radon nelle riserve di acqua potabile supera i 100 Bq/l
- Azioni immediate oltre i 1000 Bq/l

Sviluppi recenti della normativa

Direttiva del consiglio del 5 dicembre 2013 abroga le direttive 89/618/EURATOM,
90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM, 2003/122/EURATOM.

Direttiva 2013/59/EURATOM DEL 5 DICEMBRE 2013

PUNTO 5

Gli stati membri dovrebbero essere liberi di adottare o mantenere misure più rigorose nella materia contemplata dalla direttiva, fatta salva la libera circolazione delle merci e dei servizi nel mercato interno.

PUNTO 7

È opportuno che le disposizioni della presente direttiva adottino l' approccio orientato alle situazioni, introdotto dalla pubblicazione 103 dell' ICRP e distinguano tra situazioni di esposizione esistenti, pianificate e di emergenza.

È opportuno altresì che la presente direttiva contempli tutte le situazioni di esposizione e tutte le categorie di esposizione, ossia quella professionale, della popolazione e le esposizioni mediche.

PUNTO 10

Per l'esposizione esterna i valori e i rapporti sono stati pubblicati secondo la nuova metodologia contenuta nella pubblicazione 116 dell' ICRP.



PUNTO 11

Per l'esposizione interna l'ICRP ha consolidato nella pubblicazione n. 119 tutte le sue precedenti pubblicazioni.

PUNTO 13

Gli attuali limiti annuali di dose efficace per l'esposizione professionale della popolazione dovrebbero rimanere invariati.

PUNTO 15

Le industrie che lavorano i materiali contenenti radionuclidi presenti in natura estratti dalla crosta terrestre sottopongono i lavoratori e gli individui della popolazione ad un'accresciuta esposizione alle radiazioni.

PUNTO 16

La protezione dalle sorgenti di radiazioni naturali, anziché essere disciplinata distintamente sotto un titolo specifico dovrebbe essere interamente integrata nelle disposizioni generali.

In particolare, le industrie che lavorano materiali contenenti radionuclidi presenti in natura, dovrebbero rientrare nell'ambito del medesimo quadro regolamentare delle altre pratiche.

PUNTO 17

È opportuno che la presente direttiva stabilisca i limiti di riferimento (LR) per le concentrazioni di Radon in ambienti chiusi emesse da materiali da costruzione, ed introduca requisiti in materia di riciclaggio nei materiali da costruzione di residui delle industrie che lavorano materiali contenenti NORM.

I materiali da costruzione che emettono radiazioni gamma dovrebbero rientrare nel campo di applicazione della seguente direttiva ma dovrebbero anche essere considerati prodotti da costruzione ai sensi della regolamento UE n. 305/2011.

PUNTO 21

Il regolamento UE n.305/2011 prevede che in occasione dell'immissione sul mercato dei prodotti siano rese pubbliche le pertinenti informazioni.

PUNTO 22

Recenti risultati epidemiologici dimostrano un aumento statisticamente significativo del rischio di carcinoma polmonare correlato all'esposizione prolungata al Radon in ambienti chiusi a livelli dell'ordine di 100 Bq/m^3 . Il nuovo approccio delle situazioni di esposizione permette di inglobare le disposizioni della raccomandazione 90/143/EURATOM della commissione nelle prescrizioni vincolanti delle norme fondamentali di sicurezza, lasciando un sufficiente margine di flessibilità per l'attuazione.



PUNTO 23

Sono necessari piani d'azione nazionali per far fronte ai rischi di lungo termine derivanti dall'esposizione al Radon . è riconosciuto come la combinazione di consumo di tabacco ed elevata esposizione al Radon comporta un rischio individuale di carcinoma polmonare sostanzialmente più elevato rispetto ai due fattori considerati separatamente, e che il consumo di tabacco amplifica il rischio derivante dall'esposizione al Radon a livello della popolazione. È importante che gli SM affrontino entrambi questi rischi sanitari.

PUNTO 24

Uno SM che a motivo di circostanze nazionali stabilisca per le concentrazioni di Radon nei luoghi di lavoro situati in ambienti chiusi, un LT superiore a 300 Bq/m^3 dovrebbe informare la Commissione al riguardo.

PUNTO 25

Se il Radon penetra negli ambienti di lavoro dal suolo, la situazione deve essere considerata come una situazione di esposizione esistente dato che la presenza di Radon è, in larga misura indipendente dalle attività umane svolte nei luoghi di lavoro.

In caso di superamento degli LR è necessario adottare misure per ridurre la concentrazione di Radon e l'esposizione.

Qualora i livelli continuino ad essere superiori al LR nazionale, le attività svolte nel luogo di lavoro non vanno più considerate pratiche. Gli SM devono provvedere affinché questi luoghi siano notificati, e se l'esposizione supera i 6 mSv/anno , o un corrispondente valore integrato nel tempo, sia assicurata una gestione come quella per le situazioni di esposizione pianificate, con l'applicazione di limiti di dose, e dovrebbero determinare i requisiti di protezione operativa da applicare.

CAPO1

Articolo 1

Oggetto:

La presente direttiva fissa le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria delle persone soggette ad esposizione professionale, medica, e della popolazione contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Ambito di applicazione:

La direttiva si applica a qualsiasi situazione di esposizione pianificata, esistente o di emergenza che comporti un rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti che non può essere trascurato dal punto di vista della protezione umana nel lungo termine.



Si applica:

- Alla fabbricazione, produzione e manipolazione e allo smaltimento, all'impiego, allo stoccaggio, alla detenzione, al trasporto, all'importazione nella CE ed alla esportazione dalla CE di materiali radioattivi
- Alle attività umane implicanti la presenza di sorgenti di radiazioni naturali che determinano un incremento dell'esposizione dei lavoratori.
In particolare si applica alla lavorazione di materiali contenenti NORM.
- All'esposizione dei lavoratori o individui della popolazione al Radon in ambienti chiusi.
- All'esposizione esterna dovuta ai materiali da costruzione e ai casi di esposizione prolungata dovuta agli effetti di un'emergenza o di un'attività umana del passato.

Non si applica:

- All'esposizione a livello naturale di radiazione, quale quello risultante dai radionuclidi presenti nell'organismo umano e dalla radiazione cosmica presente a livello del suolo.
- All'esposizione in superficie ai radionuclidi presenti nella crosta terrestre non perturbata.

Alcune Definizioni secondo la 2013/59/EURATOM

Dose assorbita: dose media assorbita in un tessuto o in un organo.

Unità di misura: GRAY(Gy)= 1Jkg^{-1}

Dose equivalente: dose assorbita pesata in base al tipo e alla qualità della radiazione.

Limite di dose: Il valore di dose efficace, o della dose equivalente in un periodo specificato che non è superato dal singolo individuo.

Esposizione: atto di essere esposti a radiazioni ionizzanti emesse da una sorgente al di fuori dell'organismo

Esposizione esistente: una situazione di esposizione già presente quando deve essere adottata una decisione sul controllo della stessa, e per la quale non è o non è più necessaria l'adozione di misure urgenti.

Esposizione normale: L'esposizione che si prevede si verifichi nelle condizioni di funzionamento normali di un'installazione o di un'attività compresi gli incidenti di scarso rilievo che possono essere tenuti sotto controllo, vale a dire nel corso del normale funzionamento e degli eventi operativi.

Esposizione professionale: L'esposizione dei lavoratori, apprendisti e studenti nel corso dell'attività lavorativa

Situazione di esposizione pianificata: Una situazione di esposizione che si verifica per il funzionamento pianificato di una sorgente di radiazioni o risulta da un'attività umana che altera le vie d'esposizione potenziale della popolazione o dell'ambiente .



Esposizione potenziale : Un'esposizione che pur non essendo certa, può verificarsi in conseguenza di un evento o di una sequenza di eventi di natura probabilistica, tra cui guasti delle apparecchiature ed errori di funzionamento.

Livello di riferimento: in una situazione di esposizione di emergenza o di normale esposizione il livello di dose efficace o di dose equivalente o la concentrazione di attività al di sopra del quale si ritiene inopportuno permettere che si verifichino esposizioni, anche se non è un limite che non può essere superato.

Materiale da costruzione: Qualsiasi prodotto da costruzione destinato ad essere incorporato in modo permanente in un edificio o in parti di esso, e la cui prestazione incide sulla prestazione dell'edificio in relazione alla esposizione dei suoi occupanti alle radiazioni ionizzanti.

ARTICOLO 5

Principi generali della radioprotezione

Gli Stati membri fissano i requisiti giuridici e stabiliscono un appropriato regime di controllo regolamentare che per tutte le situazioni di esposizione, rifletta un sistema di radioprotezione basato sui principi della:

- Giustificazione
- Ottimizzazione
- Limitazione della dose

Giustificazioni: le decisioni che introducono una pratica devono essere giustificate, ossia si deve garantire che il beneficio che apportano al singolo individuo o alla collettività sia preponderante rispetto al detrimento sanitario che esse potrebbero causare.

Le decisioni che introducono o modificano una via di esposizione e le decisioni per le situazioni di esposizione esistenti e di emergenza devono essere giustificate.

Ottimizzazione: La radioprotezione è ottimizzata allo scopo di mantenere l'ordine di grandezza delle dosi individuali, la probabilità dell'esposizione e il numero di individui esposti al minimo ragionevolmente possibile,.

limitazione della dose: nelle situazioni di esposizione pianificate la somma delle dosi a cui è esposto l'individuo, non deve superare i limiti di dose fissati per l'esposizione professionale o per l'esposizione della popolazione



ARTICOLO 7

livelli di riferimento

par. 2: I livelli di LR dipendono dal tipo di situazione di esposizione. Per l'esposizione della popolazione i LR per le dosi efficaci, sono fissati nell' intervallo 1-20 mSv all'anno per le situazioni di esposizione esistente, e nell' intervallo 20-100mSv per le situazioni di esposizione di emergenza.

Sezione 2

Controllo regolamento

ARTICOLO 23

Individuazione pratiche che comportano l'impiego di materiali contenenti NORM

ARTICOLO 54

Il radon nei luoghi di lavoro

Par. 1 : Gli SM stabiliscono i LR nazionali per le concentrazioni di attività di Radon nei luoghi di lavoro.

Il LR per la media annua della concentrazione di attività aerea non deve essere superiore a 300 Bq/M³ a meno che un livello superiore non sia giustificato dalle circostanze a livello nazionale.

Par. 2 : gli SM dispongono che le misurazioni di Radon siano effettuate:

A) In luoghi di lavoro all' interno delle zone individuate conformemente all' art. 10, par. 3, situati al pianterreno o al livello interrato, tenendo conto dei parametri contenuti nel piano d'azione nazionale di cui al punto 2 dell'allegato XVIII.

B) in specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate nel piano d'azione nazionale tenendo conto del punto 3 dell'allegato XVIII.

Si identificano particolari tipologie di luoghi di lavoro ed edifici pubblici, ad esempio scuole, luoghi di lavoro sotterranei e luoghi di lavoro o edifici pubblici ubicati in determinate zone in cui sono necessarie misurazione della concentrazione di Radon sulla base di una valutazione del rischio, tenendo conto ad esempio delle ore di occupazione.

Par. 3: Nelle zone all' interno dei luoghi di lavoro in cui la concentrazione di Radon (come media annua)

Continua a superare il livello di riferimento nazionale nonostante le azioni intraprese conformemente al capo III, gli stati membri dispongono che tale situazione sia notificata all' art. 25 par 2 e si applica all' art 35 par. 2.



ARTICOLO 74

Esposizione al Radon in ambienti chiusi

Par. 1: Gli SM stabiliscono i LR nazionali per le concentrazioni di Radon in ambienti chiusi. ILR per la media annua delle concentrazioni di attività in aria non devono essere superiori a 300 Bqm^{-3} .

Par.2: nell' ambito del piano d'azione nazionale di cui all' art 103 gli SM promuovono interventi volti ad individuare le abitazioni che presentano concentrazioni di Radon (come medie annuali) superiori al LR e , se del caso , incoraggiano con strumenti tecnici o di altro tipo, misure di riduzione della concentrazione in tali abitazioni.

Par. 3: Gli SM provvedono affinché siano rese disponibili informazioni locali e nazionali sull'esposizioni al Radon in ambienti chiusi e sui rischi per la salute che ne derivano, sull'importanza di effettuare misurazioni delle concentrazioni di Radon e sui mezzi tecnici disponibili per ridurre le concentrazioni di Radon esistenti.

ARTICOLO 75

Radiazioni gamma emesse dai materiali da costruzione

Par 1: Il LR applicabile all'esposizione esterna in ambienti chiusi alla radiazione gamma emesse da materiali da costruzione in aggiunta all'esposizione esterna all'aperto è fissata a 1 mSv all'anno .

Par 2: per i materiali da costruzione che sono stati individuati dagli SM come oggetto di attenzione dal punto di vista della radioprotezione, tenendo conto dell'elenco indicativo dei materiali di cui all'allegato XIII in riferimento alle radiazioni emesse da tali materiali gli SM garantiscono che prima dell'immissione sul mercato di tali materiali:

- A) Siano determinate le concentrazioni di attività dei radionuclidi specificati nell'allegato VIII.
- B) Siano fornite su richiesta alle autorità competenti informazioni sui risultati delle misurazioni e il corrispondente indice di concentrazione di attività nonché altri fattori pertinenti come definiti nell'allegato VIII.

Par 3: per i tipi di materiali da costruzione determinati in base al paragrafo 2 che possono comportare dosi superiori al LR gli SM decidono in merito alle misure appropriate da adottare che possono comprendere obblighi specifici nell'ambito di norme edilizie pertinenti o restrizioni sull'uso di tali materiali.

Allegato VIII

Definizione e uso dell'indice di concentrazione di attività per le radiazioni gamma emesse dai materiali da costruzione di cui all' art.75

I = indice di concentrazione di attività

$$I = C_{\text{Ra226}}/300\text{Bq/Kg} + C_{\text{Th232}}/200\text{Bq/Kg} + C_{\text{K40}}/3000\text{Bq/Kg}$$



Il si riferisce alla dose di radiazioni gamma presente in un edificio costruito con un determinato materiale da costruzione, in eccesso rispetto all'esposizione esterna tipica. Il si applica al materiale e non ai suoi componenti tranne nel caso in cui i componenti non siano anch'essi materiali da costruzione, quindi esaminabili separatamente.

Il va confrontato con il LR di cui all'art 75 par 1.

Nel calcolo della dose bisogna tener conto di altri fattori, tra cui la densità, lo spessore del materiale, nonché fattori relativi al tipo di edificio e all'uso previsto del materiale .

Sezione 6

Situazioni di esposizione esistenti

ARTICOLO 103

Piano d'azione Radon

par. 1: Gli SM definiscono un piano d'azione nazionale che affronta i rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al Radon delle abitazioni, negli edifici pubblici, nei luoghi di lavoro per qualsiasi fonte di Radon sia essa il suolo, i materiali da costruzione o l'acqua. Il piano viene periodicamente aggiornato

par.2: Gli SM provvedono affinché siano adottate misure appropriate per prevenire l'ingresso del Radon in nuovi edifici. Tali misure possono comportare l'introduzione di prescrizioni specifiche nelle norme edilizie nazionali.

Par 3: Gli SM individuano le zone in cui si prevede che la concentrazione di Radon (come media annua) superi il pertinente LR nazionale in un numero significativo di edifici.

Capo X

ARTICOLO 106

Recepimento

Par. 1: Gli SM mettono in vigore le disposizioni legislative regolamentari ed amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva entro il 6 febbraio 2018.

Allegato XVII

elenco indicativo di tipi di situazioni di esposizioni esistenti di cui all' art. 100.

a) esposizione dovuta alla contaminazione di zone da parte di materiale radioattivo residuo

b) esposizione alle sorgenti naturali



i) esposizione al Radon e al Thoron in ambienti chiusi

ii) esposizione estera in ambienti chiusi dovuta a materiali da costruzione

C) Esposizione a beni di consumo, tranne alimenti, mangimi e acqua potabile, contenenti radionuclidi naturali.

Allegato XIII

Elenco indicativo dei tipi di materiali da costruzione considerati in riferimento alle radiazioni gamma emesse da tali materiali di cui all'art.75.

1) materiali naturali

2) materiali che incorporano residui di lavorazione di industrie che utilizzano materiali radioattivi naturali

- Ceneri volanti
- Fosfogesso
- Scorie di fosforo
- Scorie di Stagno
- Fanghi rossi
- Residui della produzione dell'acciaio

Etc.

Allegato XVI:

settori industriali che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi presenti in natura di cui all'art. 23

- Produzione di gas e petrolio
- Produzione energia geotermica
- Fusione di stagno/piombo/rame
- Impianti di filtrazione delle falde freatiche
- Estrazione di minerali diversi dall'uranio.

Etc.



Allegato XVIII

Elenco di elementi da considerare nell' elaborazione del piano d'azione nazionale per affrontare i rischi di lungo termine dell'esposizione al Radon di cui agli art. 54,74,103.

Punto 1) strategie per l'esecuzione di indagini sulle concentrazioni di Radon in ambienti chiusi o di gas nel suolo.

Punto 8) strategia, compresi i metodi e gli strumenti per prevenire l'ingresso del Radon nei nuovi edifici, inclusa l'identificazione dei materiali da costruzione con esalazioni di Radon significative.

Punto 14) presa in considerazione di altri programmi quali quelli sul risparmio energetico e la qualità dell'aria in ambienti chiusi.

Commenti:

Radon nelle abitazioni

- Gli SM devono stabilire i LR nazionali che siano minori di 300 Bq/m^3
- Il valore massimo dei LR è lo stesso per le abitazioni e per i luoghi di lavoro, sebbene il livello di protezione per le abitazioni potrebbe essere ritenuto inferiore.
- Gli SM devono individuare le abitazioni con valori che superano il LR nazionale, ma la direttiva non fornisce linee guida per le modalità di misurazione.
- Le indicazioni fornite dalla normativa sono più flessibili per le abitazioni che per i luoghi di lavoro. Gli SM nel recepire le indicazioni possono rendere le norme più severe e stringenti.
- Misure preventive per gli edifici di nuova costruzione
La direttiva impegna gli SM ad adottare tutte le misure preventive per limitare l'ingresso del Radon negli edifici di nuova costruzione.
- Piani d'azione Nazionali



2.3 Tecniche di misurazione ed applicazione del metodo per la rilevazione del Radon in ambienti antropizzati

La grandezza di riferimento quando si parla del Radon è la concentrazione di attività, cioè il numero di disintegrazioni che il Radon produce in un secondo.

Si misura in Bq/m^3 .

Metodologia dell'indagine indoor:

- Individuazione ambienti
 - Tempi di permanenza
 - Aspetti tecnico- edilizi
- Numero di misure
 - Una misura per ogni locale
- Tecniche di misura
 - Campionamento a lunga durata (1 mese o 1 anno)
- Periodi di misura
 - Una misura da effettuare nella stagione calda e una nella stagione fredda
- Ambienti ventilati il meno possibile durante la misurazione

Campionatori

- Attivi

Misurano direttamente le particelle prodotte dal decadimento del Radon e dei suoi figli

- Passivi

Misurano gli effetti prodotti dal decadimento α su un materiale atto alla rilevazione

I campionamenti si utilizzano per analizzare le concentrazioni di Radon in campioni d'aria raccolti in un breve intervallo di tempo.

I *metodi continui* forniscono informazioni relative alle variazioni di concentrazione nel tempo, poiché il monitoraggio avviene secondo intervalli di tempo scanditi.

I *metodi integrati* forniscono una misura integrata su un intervallo di tempo lungo, variabile da pochi giorni ad alcuni mesi.

Dosimetri

Mediante i dosimetri è possibile ottenere una misura media, in un certo intervallo di tempo, che non risente delle fluttuazioni stagionali e giornaliere.



I dosimetri LR-115 sono costituiti da una piccola cella di diffusione di 1 cm, sui bordi della quale sono poste delle pellicole di Nitrato di Cellulosa. L'esposizione del dosimetro alle particelle α determina il danneggiamento della pellicola.

Dopo l'esposizione il film viene "sviluppato" ossia trattato con un processo chimico o elettrochimico al fine di rendere le tracce più evidenti.

Caratteristiche dosimetri:

- Semplici
- A basso costo
- Robusti
- Rispondono indipendentemente dalle condizioni ambientali
- Forniscono la concentrazione media di Radon su lunghi periodi
- Per la misura sottoterra è necessaria una profondità di 1 m oltre il piano di fondazione.



Strumentazione passiva E -PERM

Principio di funzionamento

Il Radon diffonde insieme all' aria nella camera di raccolta.

Quando un atomo di Radon ricade, emette una particella α che ionizza l'aria contenuta nella camera, e il disco in Teflon raccoglie gli ioni e perde una parte della sua carica. La variazione complessiva di carica dice quanto è stato irraggiato.





Tecniche di misura istantanea e in continuo

Per la misurazione istantanea i misuratori funzionano misurando le particelle α .

Per la misurazione in continuo vengono misurate le radiazioni γ prodotte da Piombo-214 e dal Bismuto-214.

Tipo di misura	Strumentazione di misura
Misura Radon in	RAD7 (Durrige)
Misura Radon Indoor	RAD7 sistema di dosimetria passiva con E-Pern (Rad Elec)
Misura del fondo ambientale di radiazioni γ negli ambienti chiusi	Contatore Geiger-Muller gamma Scout



Contatore Geiger-Muller

Misura:

- Radiazioni cosmiche
- Radiazioni terrestri
- Radiazioni emesse dai materiali da costruzione

L'obiettivo della misura è misurare la radioattività naturale da fondo γ da sottrarre alla concentrazione di radon valutata con i dosimetri passivi ed investigare sul contributo dei materiali da costruzione sulla concentrazione della radiazione γ indoor



Misurazione del Radon in acqua

Il RADH2O è un accessorio del RAD7 che permette di misurare il Radon in acqua. Il limite inferiore di misurazione è circa 3 Bq/l.

La misura viene effettuata in 30 minuti.

Il sistema utilizza un sistema di aerazione a circuito chiuso nel quale i volumi di aria ed acqua rimangono costanti.

Viene immessa aria direttamente nel campione d'acqua con una portata di 1 l al minuto.

Si estrae in questo modo il Radon dall'acqua. Il Radon estratto dall'acqua viene fatto passare in una colonna di essiccamento, poi nella camera di misura, e poi nuovamente nel campione di acqua, fino a che l'equilibrio non si è raggiunto. La misurazione del Radon viene effettuata contando le particelle emesse dai figli del Radon nella camera di misura.

Un'altra tecnica utilizzata è quella di separare acqua ed aria attraverso una membrana a diffusione tramite una sonda Durrige water probe, collegata al RAD7 in circuito chiuso.

La membrana è a forma di tubo, e quando la membrana è immessa in acqua il Radon diffonde dall'acqua all'interno della membrana, fino all'equilibrio. La misura richiede circa 3 ore.

2.4 Strategie di intervento

L'aspetto fondamentale da affrontare quando si parla del Radon è la presenza negli ambienti chiusi.

I fattori che influenzano la concentrazione in questi ambienti sono:

- La Concentrazione di Radon nel suolo e nei materiali da costruzione (composizione)
- La Propagazione attraverso il suolo e i materiali (permeabilità, porosità)
- I fattori climatici e meteorologici
- La convezione (originata dalla differenza di pressione)
- Il tasso di ventilazione dell'ambiente
- La tecnologia dell'attacco a terra dell'edificio
- La presenza di microlesioni nei pavimenti e di tubature (acqua e gas)
- La diffusione (data dalla differenza di concentrazione nello spazio)



È necessario, quindi, attuare delle strategie per la protezione dal Radon.

Per un edificio già costruito è necessario mettere in atto *procedure di bonifica*.

Le fasi della procedura sono le seguenti:

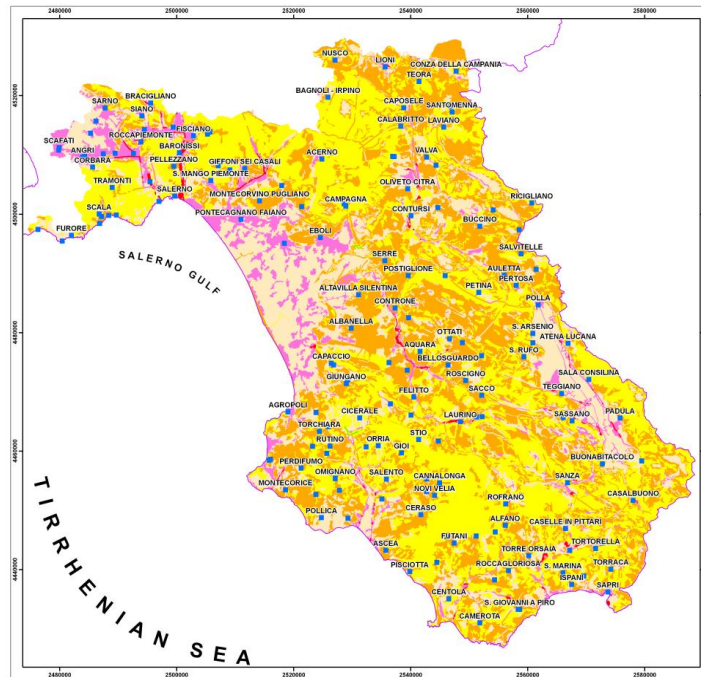
- Determinazione della situazione iniziale
- Pianificazione e progettazione dell'intervento considerando gli effetti attesi per quanto riguarda il problema Radon
- Attuazione degli interventi
- Controllo dell'efficacia delle misure attuate attraverso la misurazione della concentrazione







Per un edificio ex-novo è necessario mettere in atto degli *interventi preventivi*, mediante la progettazione di interventi per impedire la penetrazione del Radon negli edifici.

In generale, indipendentemente dal fatto che l'intervento sia di bonifica o di prevenzione è necessario eseguire una serie di procedure:

- 1) Caratterizzazione del sito di intervento
 - Individuazione dell'area sulla mappatura regionale delle "Radon Prone-areas"
 - Conoscenza delle caratteristiche geo-litologiche del suolo, quali permeabilità, porosità e grado di fessurazione
 - Conoscenza della morfologia
- 2) Individuazione /scelta delle caratteristiche strutturali dell'edificio
- 3) Individuazione delle sorgenti: materiali da costruzione, pareti, pavimenti, tipologia di ventilazione
- 4) Scelta dell'intervento di bonifica/mitigazione più idoneo

Esempio di Individuazione aree sulla mappatura regionale



Legend				
Symbology	Class	Concentration level	Class range	Class area
			Bq/m³	Km²
	1	Very Low	< 1000	2
	2	Low	1000 < [Rn-222] < 10.000	1990
	3	Medium Low	10.000 < [Rn-222] < 20.000	1709
	4	Medium	20.000 < [Rn-222] < 30.000	1210
	5	Medium High	30.000 < [Rn-222] < 50.000	349
	6	High	> 50.000	3

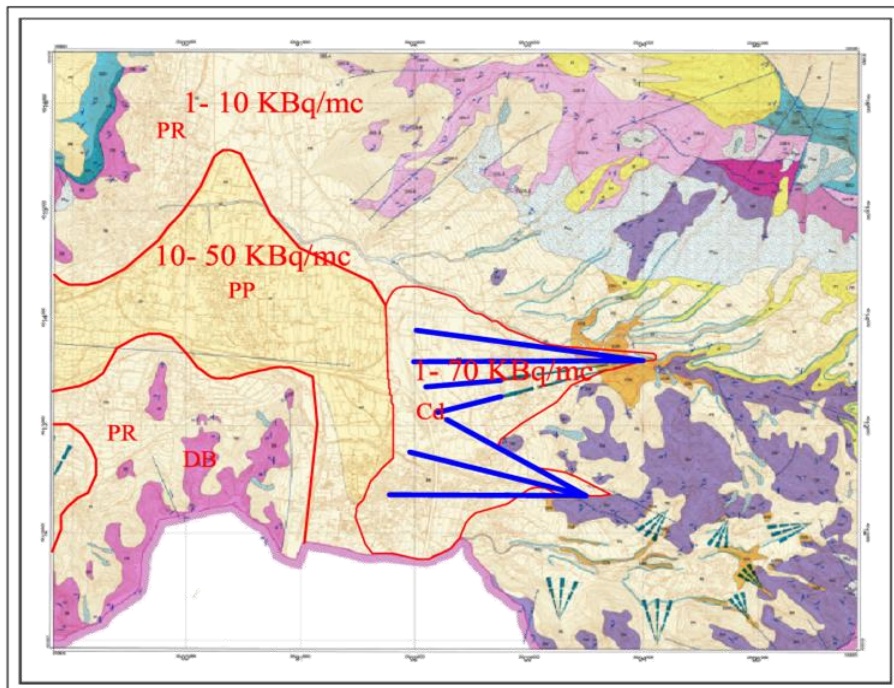
Conoscenza delle caratteristiche geo-litologiche del suolo

Dopo che il Radon viene emanato dallo scheletro solido verso gli spazi interstiziali, all'interno di questi ultimi, subisce alcuni processi di trasporto:

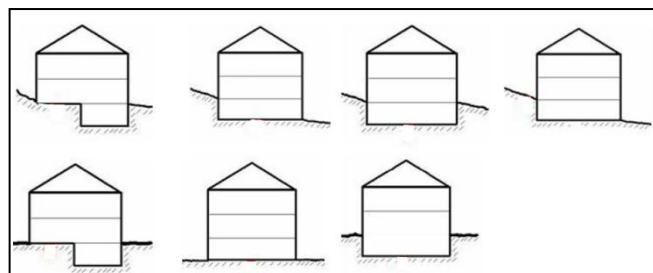
- diffusione;
- convezione;
- avvezione.

L'esalazione, invece, è quel processo con cui il Radon si libera dal suolo in atmosfera.

Conoscenza della morfologia



Conoscenza della disposizione dell'edificio rispetto al terreno





Conoscenza della configurazione architettonica dell'edificio

- Tipo di edificio: a torre, a schiera ecc.
- Area circostante l'edificio (isolato o accostato, con intorno aree libere o pavimentante)
- RURALE o urbano
- Recente o remota costruzione

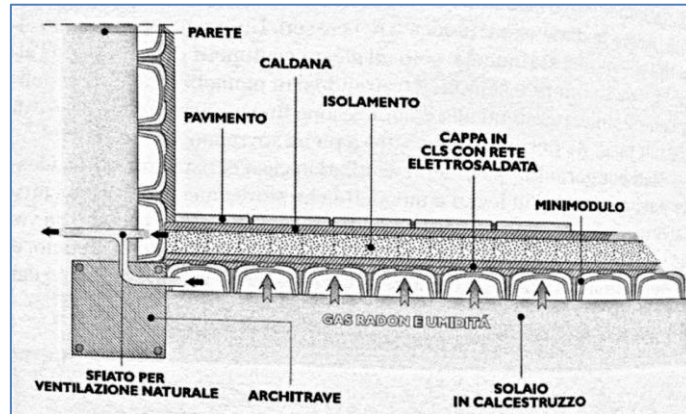
Individuazione delle sorgenti

- Attacco a terra dell'edificio: in relazione alla presenza di vespaio, caratteristiche e spessore del massetto, membrane isolanti o pavimenti
- Ventilazione dell'ambiente (presenza di finestre, frequenza della loro apertura, tipo e stato dell'infisso)
- Tipologia di materiali: di fondazione e di quelli verticali di elevazione)
- Fratture tra pareti e pavimento, crepe nelle pareti, fratture per piccoli cedimenti delle strutture, aperture causate da fenomeni di ritiro, corridoi o scale in diretta comunicazione con i gli scantinati, passaggi di impianti e drenaggi non adeguatamente sigillati o impermeabilizzati

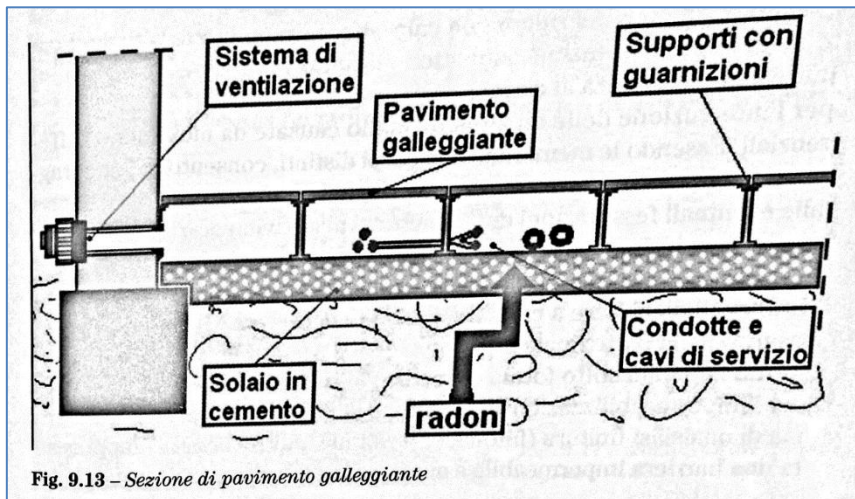
2.5 Scelta della tecnica di bonifica

Pavimentazione

- Pavimento aerato
-



- Pavimento galleggiante o sopraelevato
-



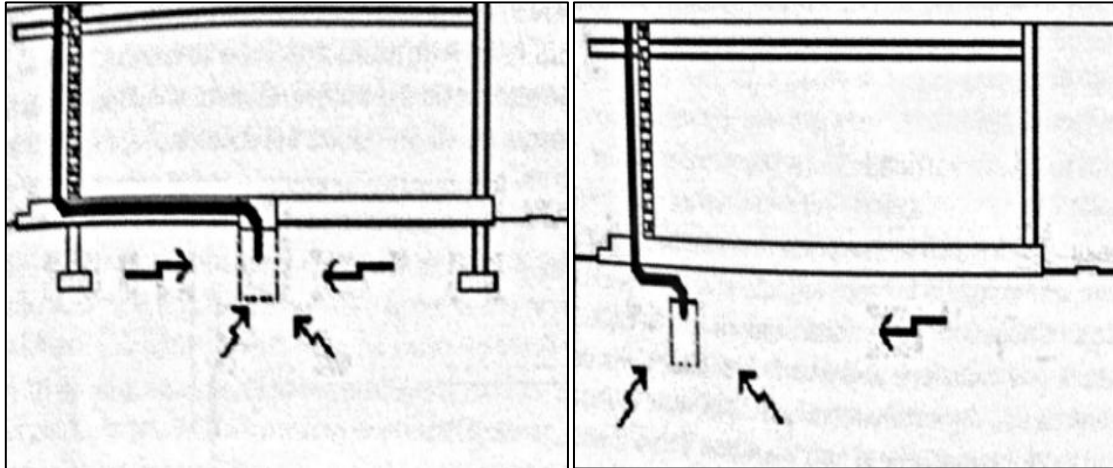
- Pavimenti isolanti
Sistema brevettato BIS (Building International System)



- Barriere anti-Radon
Membrana in poliaccoppiato armato (certificato dall'Istituto di Fisica Generale dell' Università di Milano)

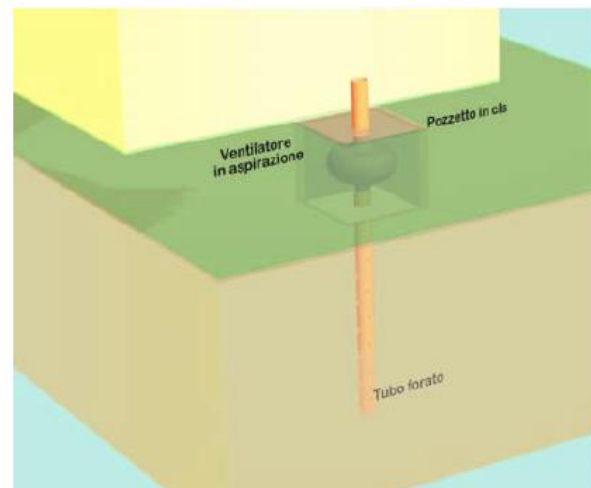
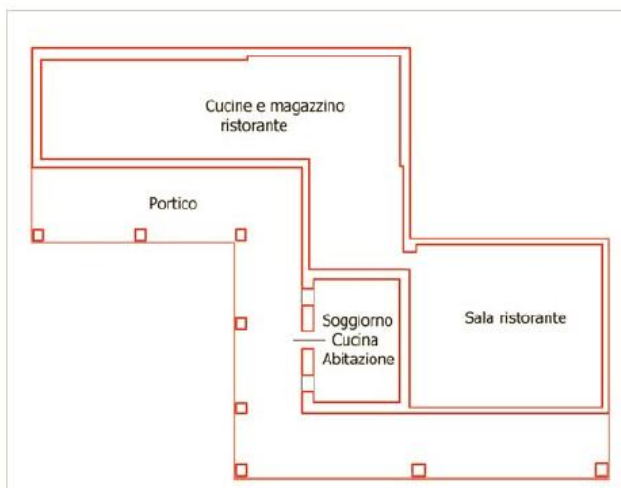


- Cantine e vespai
Aspirazione dal sottosuolo mediante pozzi di raccolta di aria dal sottosuolo



Esempi di progettazione

- Pozzo di raccolta esterno



Terreno di fondazione: contatto stratigrafico tra rocce vulcaniche e sedimentarie

Tipologia edilizia: Monofamiliare a due piani

Tecniche costruttive: Vespai in pietrame locale di 10 cm con sovrastante getto di calcestruzzo e successivo massetto di pavimentazione

Concentrazioni di Radon misurate con data-logger: 800 Bq/m³



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.

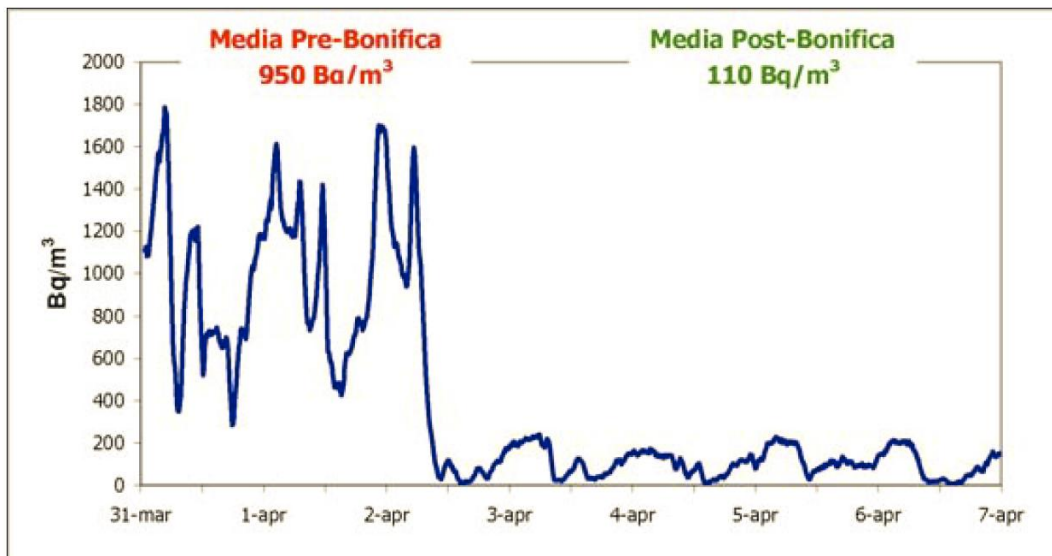


All'interno dello scavo è stato posizionato un tubo in PVC opportunamente forato avente un diametro da 80 mm. Lo scavo è stato quindi riempito con ghiaia per creare un'intercapedine sino ad un'altezza tale da consentire l'inserimento di un pozzetto in calcestruzzo 40x40 cm., forato su due lati, che permetta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

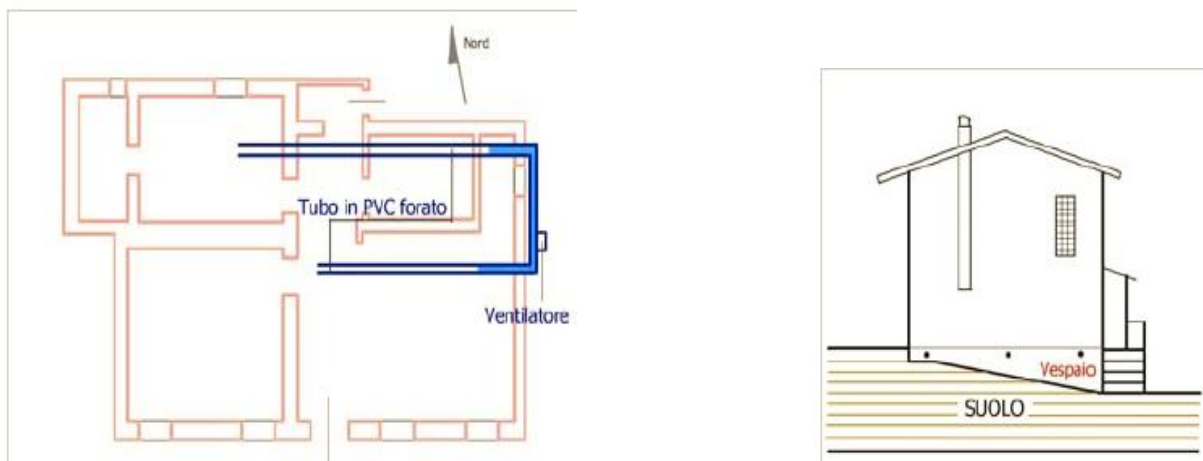


Il coperchio del pozzetto è quotato a livello del marciapiede; dal foro precedentemente realizzato esce un tubo che convoglia il gas all'esterno.

Collaudo



Sistema di aspirazione del vespaio



Terreno di fondazione: calcarei con coperture detritiche della stessa composizione delle rocce di fondazione
- zona collinare

Tipologia edilizia: Monofamiliare a due piani

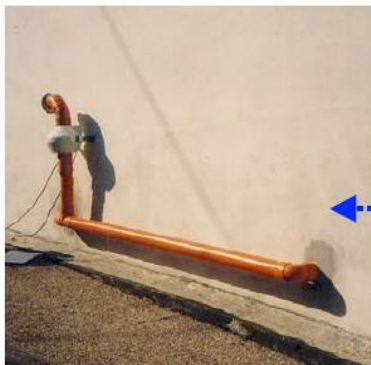
Tecniche costruttive: Vespaio areato in modo naturale con sovrastante getto di calcestruzzo e successivo massetto di pavimentazione

Concentrazioni di Radon misurate con data-logger: 950 Bq/m³



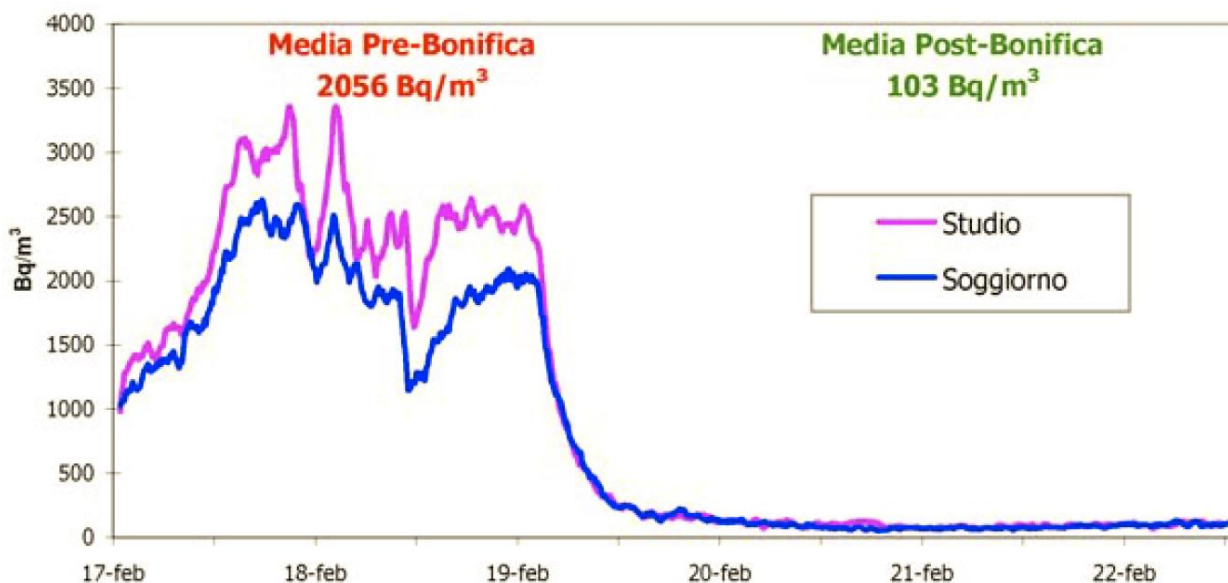
Con uno speciale perforatore usualmente impiegato nella realizzazione di sottoservizi sono stati eseguiti due fori orizzontali a partire dalle bocchette di ventilazione. Il foro più esterno è stato spinto sino a 6 m in orizzontale con una leggera pendenza verso il basso, così come quello più centrale 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.

Collaudo



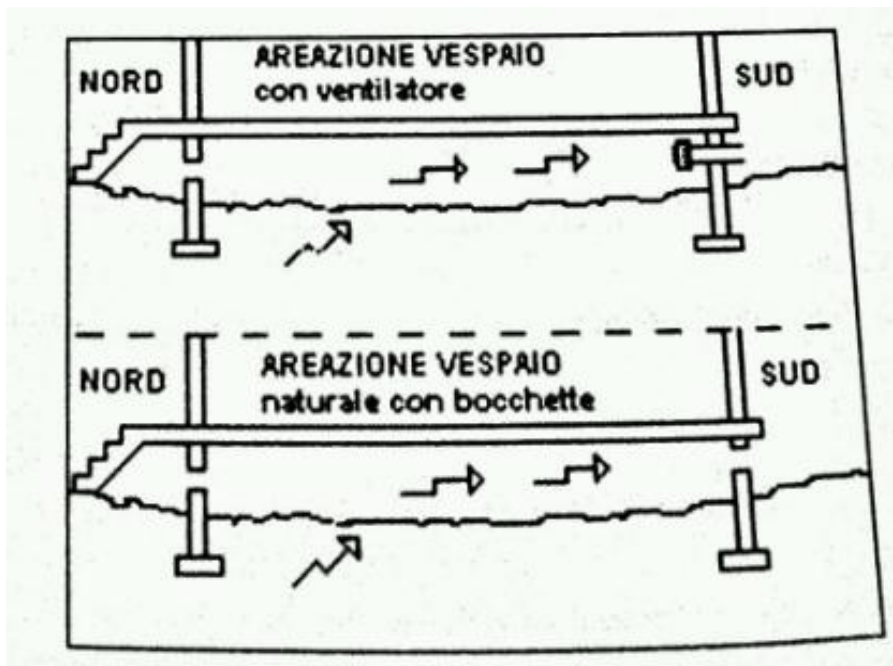
2.6 Interventi preventivi

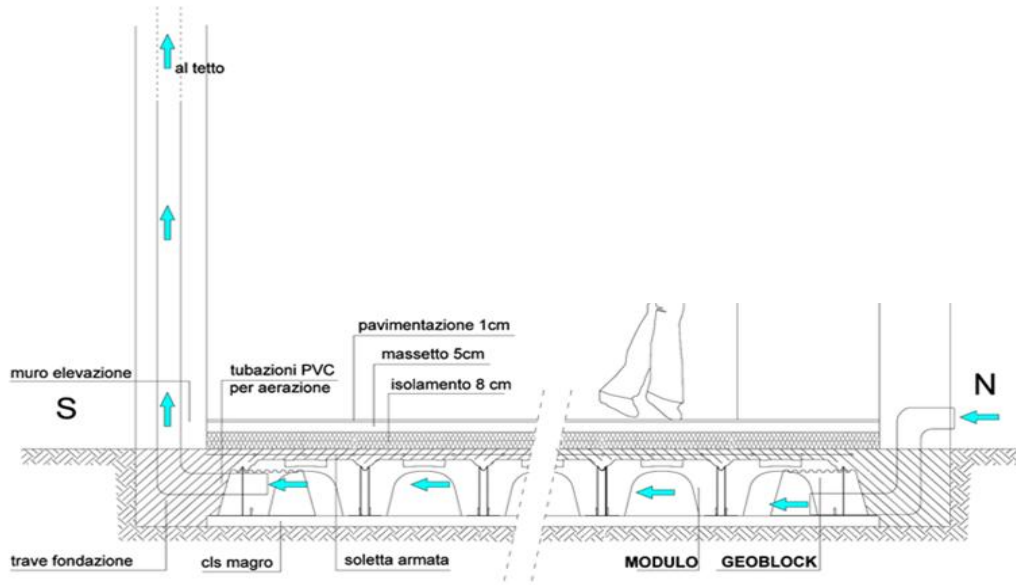
Le procedure da mettere in atto sono:

- Identificazione delle caratteristiche dell'area edificabile:
 - Individuazione dell'area sulla mappatura regionale delle 'Radon Prone-areas'
 - Caratteristiche geo-litologiche del suolo, permeabilità, porosità e grado di fessurazione
 - Morfologia
- Progettazione:
 - Scelta dei materiali da costruzione
 - Destinazione dei locali
 - Scale, vani ascensori, condotti verticali, camini
 - passaggi di condotte dal terreno all'edificio

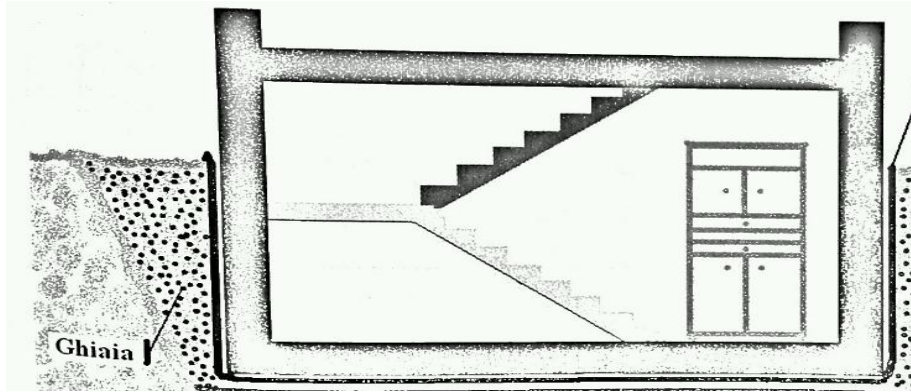
Esempi di tecniche di prevenzione

Vespaio aerato





Isolamento delle fondamenta



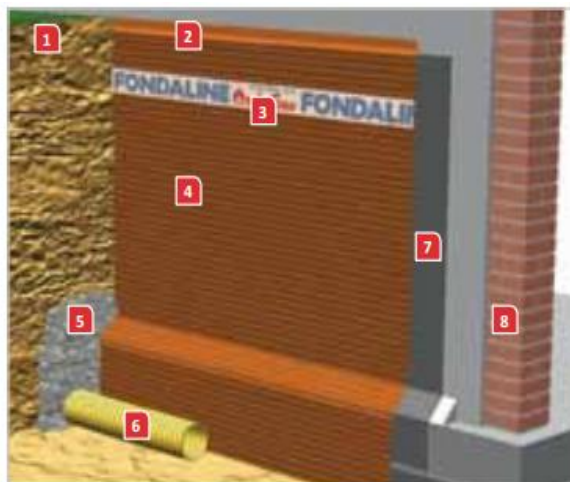
Membrane

- Membrane impermeabili

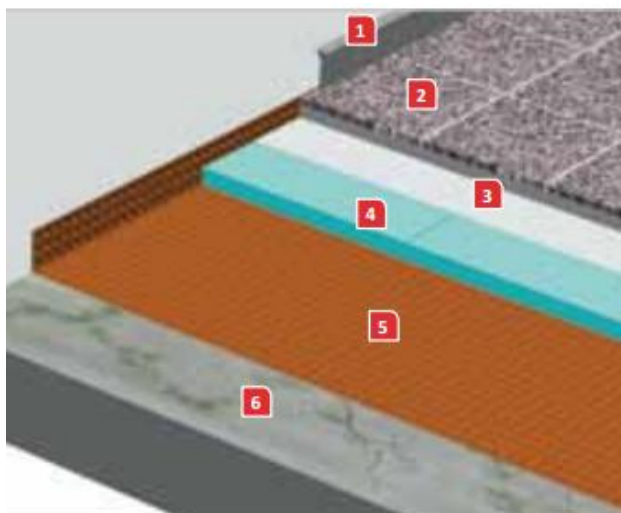
Skillflex RN 4mm: bitume-polimero-elastomero con lamina metallica preaccoppiata a feltro di vetro:
attestato CSI nr.054/LCF/EDI/0



- Membrane bugnate



1. Terreno
2. Cimoso
3. Marchio Onduline
4. **FONDALINE**
5. Materiale drenante
6. Tubo di drenaggio
7. Membrana impermeabilizzante
8. Muro di fondazione



1. Battiscopa aerato
2. Pavimento
3. Elemento di separazione
4. Isolamento termico
5. **FONDALINE**
6. Pavimento umido

- Membrane drenanti



Due strati di membrana alveolare drenante ad alta resistenza su geotessuto termosaldato (marcatura CE conforme alla norma EN 13252)

Considerazioni finali

- Solo da qualche anno si stanno considerando seriamente le tecniche di prevenzione e risanamento nei nuovi edifici o in quelli esistenti
- Gli interventi di mitigazione/bonifica ad oggi esistenti riescono ad abbattere la concentrazione di radon fino al 90%
- L'impiego di più tecniche in abbinamento non garantiscono un miglioramento della percentuale di abbattimento
- Le strategie antiradon convergono con quelle di
 - isolamento termico
 - impermeabilità all'aria



3 Strumenti di misura del gas Radon

3.1 Misura nelle acque

Purging

Prima e dopo ogni misura è necessario effettuare un'operazione di *purging*, che ha lo scopo di sostituire l'aria precedentemente analizzata, con un campione di aria nuova, e di ridurre l'umidità dell'aria esterna. L'umidità non deve superare il 6%, poiché, altrimenti, la misura risulterebbe falsata.

La durata dell'operazione di purging è di 40 minuti.

L'aria viene fatta passare in un cilindro collegato con lo strumento in cui è contenuto un mezzo essiccante chiamato drierite, composto al 99.5 % di CaSO_4 e impregnato con cloruro di Cobalto.

Accessorio RAD_{H2O}

Mediante questo accessorio, prodotto dalla Durrige & Co., Inc. (USA), il RAD7 è in grado di stimare le concentrazioni di attività di Radon presenti in campioni d'acqua di volume prefissato di 250 ml o 40 ml.

Il recipiente viene posto a circuito chiuso con il RAD 7. In tal modo il Radon, diffondendo dall'aria del campione, entra in circolo nel sistema, arrivando nella camera di misura.

Questo processo è notevolmente agevolato e velocizzato dall'aeratore ideato dalla Durrige che fa gorgogliare l'aria direttamente nel campione d'acqua.

Il software del monitor RAD7 possiede diversi protocolli di misura già preimpostati, tutti della durata complessiva di 30 minuti per i diversi volumi dei campioni da esaminare, e suddivisi ciascuno in diversi cicli della durata individuale di 5 minuti. Questi particolari protocolli di misura consentono di ottenere all'interno di ragionevoli errori strumentali (intorno al 10-15%), le concentrazioni di attività di Radon presenti in campioni d'acqua in tempi notevolmente ridotti rispetto a quelli caratteristici di altre strumentazioni di misura.

Fasi della misurazione

- 1) Individuazione ed identificazione di una stazione di monitoraggio .

Sulla base di informazioni idrologiche e geomorfologiche si sceglie una zona che risulti utile ed adatta allo studio da intraprendere. Mediante GPS si stabilisce la precisa posizione della stazione e le si attribuisce un codice, con dei riferimenti al contesto geologico e geografico della stazione.



2) Caratterizzazione stazione.

Vengono misurate, da parte del tecnico collaboratore, condizioni ambientali in aria quali temperatura, umidità relativa e pressione barometrica.

Si misura la concentrazione del Radon in aria presso la stazione di riferimento. La misura deve essere eseguita con RAD7 con protocollo "GRAB".

Si misurano continuamente i parametri fisico-chimici in acqua tramite la sonda multi-parametrica HI9828.

3) Prelievo

Si preleva il campione d'acqua presso la stazione di monitoraggio con un apposito contenitore.

Quando si procede al prelievo, l'operatore deve riempire e chiudere la fiala mantenendola al di sotto del livello dell'acqua per evitare il degassamento del Radon verso l'esterno. Se la stazione è presso una sorgente, il prelievo va effettuato il più vicino possibile alla scaturigine.

4) misura

È importante che durante tale fase il locale sia opportunamente ventilato, per la natura tossica della drierite.

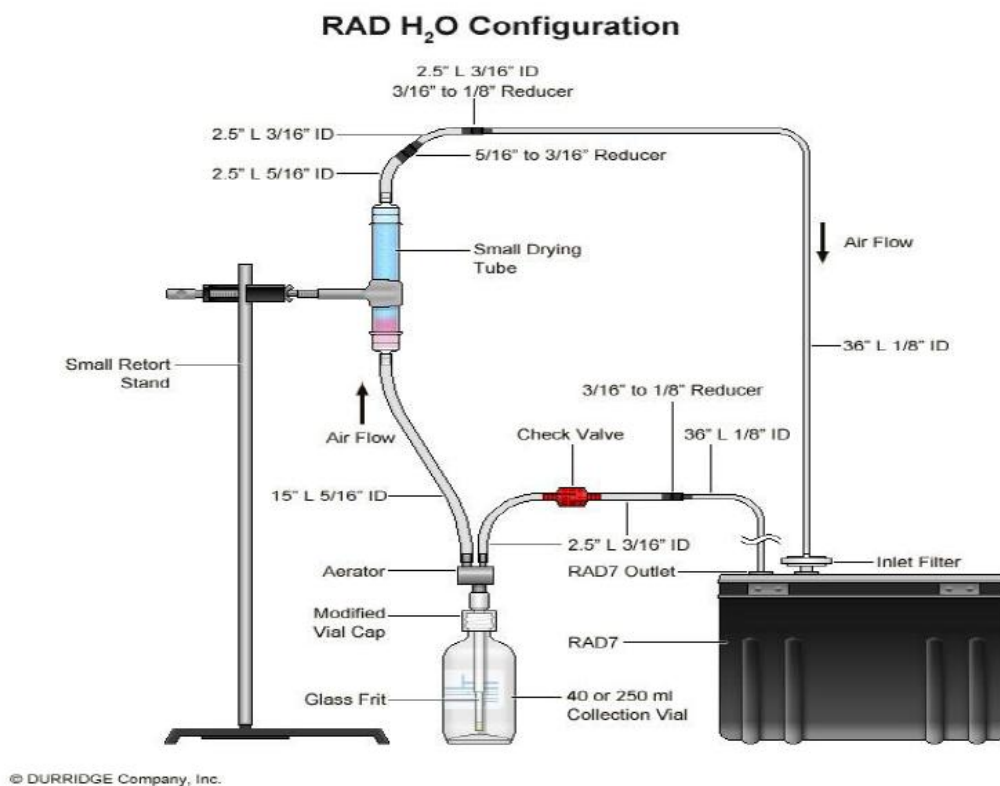
Si predispongono la seguente strumentazione:

- RAD7
- Due tipologie di essiccatori: LABORATORY GAS DRYING UNIT, con drierite a grana grossa (8 mesh) e DRYING TUBE FOR AIR AND GASES con drierite a grana piccola (20 mesh), necessari per deumidificare sia l'aria analizzata dal RAD7 (durante l'operazione di misura), sia il RAD7 stesso (durante il purge)
- Tubi in vinile per il circuito dell'aria
- Campione
- Stampante
- Aeratore

Si collega l'esterno dello strumento (inlet) alla base della colonna contenente drierite (LABORATORY GAS DRYING UNIT) e si sceglie dal menù l'opzione TEST/PURGE. L'aria passando attraverso la colonna entra nella camera interna del RAD7 e viene espulsa attraverso l'uscita dello strumento (outlet): in questo modo, oltre ad abbassare l'umidità della camera si elimina il Radon residuo.

Il livello di umidità all'interno della camera viene visualizzato nella parte superiore del display dove appare il valore RH (Relative Humidity); se tale valore è minore del 6% si pone il campione a circuito chiuso con il RAD7 e si passa alla fase di misura vera e propria, che consta delle seguenti operazioni:

- 1) Si sceglie tra protocolli di misura a seconda del volume del campione da analizzare
- 2) Si accende la stampante, ci si accerta che sia posizionata in corrispondenza del collegamento ad infrarossi dello strumento e che le batterie siano cariche e la quantità di carta sufficiente.
- 3) Si avvia l'operazione di misura



Lo strumento procede secondo il protocollo impostato della durata complessiva di 30 minuti .

Nei trenta minuti vi sono sei cicli di durata 5 minuti.

Nel primo ciclo è attiva un'opzione che fa gorgogliare l'acqua all'interno del campione, in modo da estrarre il Radon, e permettere ad esso di diffondere nei tubi.

Nel secondo si ha una fase di riposo , necessaria al raggiungimento di uno stato di equilibrio all'interno del circuito chiuso di aria. L'efficienza di estrazione, ovvero la percentuale di Radon estratta dall' acqua del campione è molto alta: tipicamente del 99% per una fiala da 40 ml e 94% per una fiala da 250 ml.



Nei restanti venti minuti del ciclo vengono contate le particelle α emesse dal decadimento dei figli del Radon e per ogni ciclo viene stampato un breve report.

La misurazione si conclude con la stampa, alla fine dei 4 report precedenti, di un sommario che mostra il valore medio di concentrazione calcolato su quattro cicli di misura, il valore massimo e quello minimo, il valore della deviazione standard, lo spettro cumulativo, nonché un istogramma temporale.

3.2 Misure nei suoli

Fasi della misurazione

1) Infissione

La sonda deve essere infissa nel terreno, ma bisogna essere molto attenti a costipare molto bene il terreno circostante, al fine di:

- Limitare l'ingresso di aria esterna nell' ambiente di misura
- Valutare correttamente la profondità di infissione



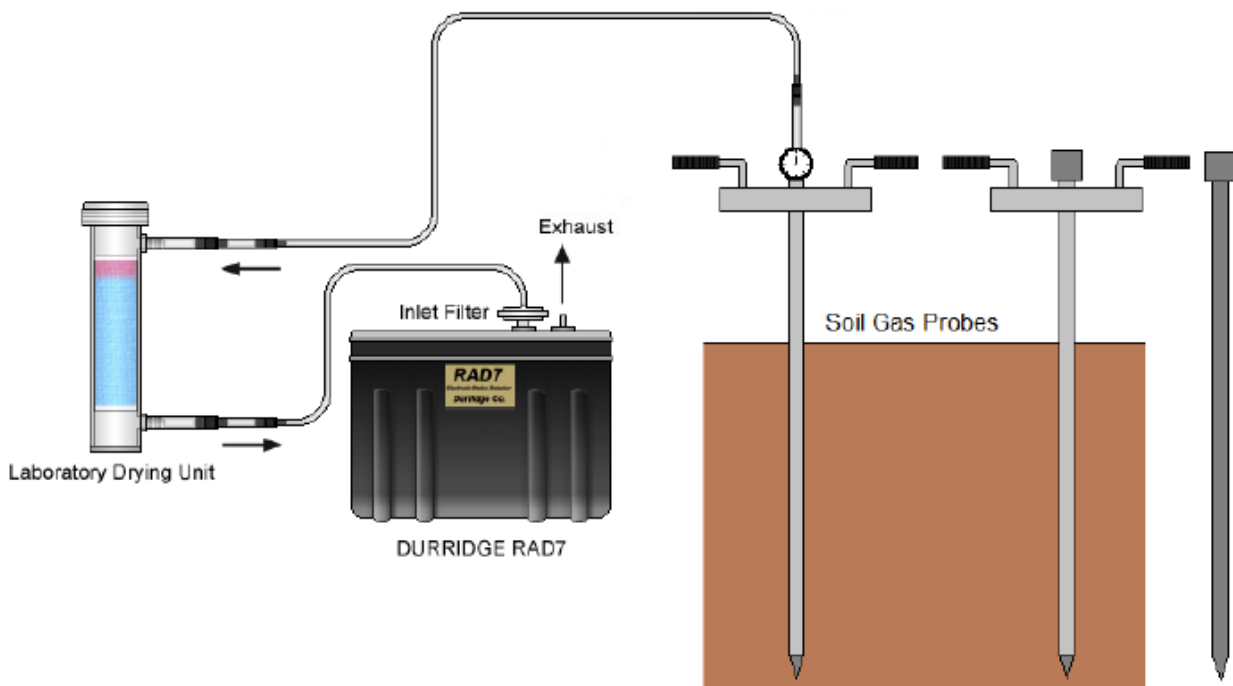


CFS NAPOLI

2) Assemblaggio

Successivamente va inserito all' estremità del tubo un manometro, con duplice funzione:

- Rilevare istantaneamente se sussistono problemi di intasamento all' interno della sonda
- Bloccare l'eventuale risalita di acqua dal terreno al RAD7



3) Misura

Inserito il manometro è possibile collegare la sonda allo strumento e dare inizio alla fase di misura.

In particolare , il protocollo " GRAB" prevede:

- Un ciclo iniziale , di durata 5 minuti, in cui lo strumento aspira l'aria dal suolo mediante una pompa collegata alla sonda
- Un ciclo intermedio della stessa durata in cui si aspetta l'instaurarsi dell' equilibrio, tra Polonio -218 e io suo progenitore Radon-222.
- Quattro successivi cicli, ciascuno di durata 5 minuti, in cui il RAD7 misura la concentrazione di Radon in equilibrio con il suo primogenito, nell' aria che ha precedentemente aspirato



CFS NAPOLI

3.3 Misure indoor

Le misure devono essere effettuate a porte e finestre chiuse con condizionatori, ventilatori, deumidificatori e caminetti spenti, in modo da interrompere le correnti d'aria.

Le misure devono essere effettuate ad almeno 1 m dal pavimento, distanti da porte e finestre almeno 2 m. L'ambiente residenziale non deve essere impolverato, e ci si deve porre distante dalle apparecchiature elettroniche e dalle prese di corrente.

Sono sconsigliate nei bagni e nelle cucine per la presenza di vapori ed umidità.

Le misure in ambienti angusti come sgabuzzini e cantine, non sono da ritenersi rappresentative, poiché la permanenza in essi è limitata.



Fasi della misurazione

- 1) Purge
- 2) Misura: protocollo "GRAB" o protocollo "USER" in modalità "SNIFF" con tempo di misura variabile da 24 a 48 h

3.4 Misure da materiali

Il RAD7 permette di eseguire misure di radon emesso dalla superficie del materiale, attraverso una camera di emissione, costituita da un disco di circa 26 cm di diametro, che fatto aderire sulla superficie del materiale da analizzare rileva la concentrazione di Radon e/o Thoron emesso dal materiale costruttivo.



Per poter effettuare questo tipo di misura bisogna disporre di :

- unità di essiccamento (contenitori di drierite di diverse dimensioni, necessarie per essiccare l'aria)
- Tubi in plastica con filtri all'estremità per chiudere il circuito dell'aria
- Strumento di misurazione (Radon detector)
- Camera di emissione (DURRIGE Emission chamber)
- Mortite, ovvero materiale isolante usato generalmente per l'isolamento termico di infissi e finestre.

Fasi della misurazione

- 1) Prima di tutto è necessario fissare la camera di emissione alla parete e isolarla bene, sia sui bordi esterni che all'interfaccia camera-parete con un materiale isolante, la mortite, per evitare che l'aria esterna possa entrare all'interno di essa.



2) In seguito lo strumento RAD7 viene collegato alla camera di emissione, in maniera tale da generare un circuito chiuso;

L'aria verrà captata dalla superficie di muro, passando per l'unità di essiccamento ed il filtro di ingresso (inlet filter). Giungerà poi nella camera di misura dello strumento stesso per essere successivamente rimandata all'interno della camera di emissione attraverso il filtro d'uscita (outlet, a formare un ciclo chiuso.)

Relativamente al protocollo di misura, la casa costruttrice DurrIDGE & Co., a differenza delle misure sul suolo ed in aria, non fornisce un particolare protocollo da utilizzare, in quanto esso deve essere definito dall'utente, a seconda dello scopo.

Sul manuale viene indicato di utilizzare preferibilmente una configurazione di circuito chiuso ed un monitoraggio in modalità "SNIFF".

Building Materials Radon Emission Measurement Setup

