

RISCHIO RADON

E' più pericoloso di quello che si crede, ma il tempo di esposizione deve essere prolungato e il gas altamente concentrato. Difficile da espellere con i sistemi usuali. Da non sottovalutare

A cura di Jacopo Gaspari



Un kit per valutare la presenza di Radon nelle abitazioni. Il test è economico e facile da usare, diffuso negli U.S.A.

L'inquinamento indoor è un argomento che racchiude un'ampia gamma di tematiche che sono strettamente legate alla qualità dell'aria negli ambienti costruiti. Tra i numerosi agenti contaminanti, il radon rappresenta uno di quegli elementi intorno a cui sta crescendo la curiosità e la preoccupazione di quanti non rientrano tra gli addetti ai lavori.

La maggior parte delle persone sa che il radon è nocivo, ma non conosce né le ragioni né le modalità per cui questo elemento può trovarsi nelle abi-

tazioni, nelle fabbriche, negli uffici o nelle scuole.

Il radon è un gas radioattivo naturale, inodore e incolore che deriva dal decadimento (proces-

so per cui un elemento radioattivo si trasforma naturalmente in un'altra sostanza emettendo radiazioni) del radio, a sua volta prodotto dell'uranio presente nella crosta terrestre. Essendo un gas, il radon fuoriesce prevalentemente dalle porosità e dalle crepe del terreno. In misura generalmente minore viene anche trasportato dall'acqua e può essere emesso anche da alcuni materiali da costruzione (tufo, pietre naturali,

marmi, graniti, ecc.) che contengono radio. Si disperde rapidamente nell'atmosfera, ma si può, invece, accumulare facilmente negli ambienti chiusi penetrando nelle abitazioni attraverso fessure, giunti di connessione, crepe, fori per il passaggio delle canalizzazioni degli impianti idraulici e di scarico, presenti nell'attacco a terra dell'edificio. Gli studi compiuti negli ultimi decenni hanno messo in evidenza gli effetti sanitari dell'esposizione al radon, in particolare negli ambienti chiusi. Dopo il fumo di sigaretta il radon risulta essere la seconda causa di insorgenza di tumore ai polmoni. Il radon e derivati sono stati dichiarati cancerogeni già dal 1988.

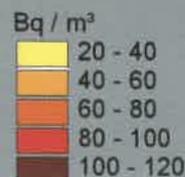
Se per la maggior parte degli inquinanti può essere attivato un sistema di ricambio d'aria ambiente che aspira aria dall'esterno e la espelle attraverso un aspiratore, mantenendo in leggera depressione la casa, lo stesso si rivela inadeguato nel caso del radon, in quanto favorisce il suo

I fattori di rischio

Il fattore di rischio deve essere sempre valutato in relazione alla durata dell'esposizione e alla concentrazione del gas.

Fattori di rischio

Mappa della concentrazione media di radon in Italia per regione.



ingresso nell'edificio dal sottosuolo. Vengono eliminati gli altri inquinanti, ma si aumenta la presenza del gas.

Queste considerazioni sembrerebbero giustificare ampiamente la preoccupazione di quanti si trovano a dover affrontare il problema. Tuttavia, il fattore di rischio deve essere sempre valutato in relazione alla durata dell'esposizione e alla concentrazione del gas, elementi questi che possono ridimensionare la questione.

Fattori di rischio e concentrazione del gas

In Italia, già negli anni '80, erano stati realizzati alcuni studi sulle concentrazioni di radon sia in ambienti domestici che lavorativi. La prima indagine nazionale sui livelli di concentrazione di radon nelle abitazioni è stata condotta dall'Istituto Superiore di Sanità e dall'APAT in collaborazione con le strutture del SSN, le Regioni e le Province Autonome, su un campione statisticamente rap-

Come entra nelle costruzioni

Meccanismi di ingresso del radon nelle costruzioni: per effetto camino e per effetto vento.



presentativo di 5000 abitazioni.

L'obiettivo di questa prima indagine era quello di valutare la distribuzione della concentrazione annua di radon, la variabilità delle concentrazioni medie nelle diverse regioni e il numero di case con concentrazioni superiori a determinati livelli. I risultati di questa indagine hanno permesso di:

La testimonianza

Mitigare i danni

Intervista a Giovanni Zannoni, architetto, Dipartimento di Costruzione dell'Architettura dell'Università IUAV di Venezia, autore di una recente pubblicazione sul tema: Gas radon, tecniche di mitigazione.



un tempo dagli "spifferi" dei vecchi serramenti, pone oggi rilevanti problemi di inquinamento dell'aria indoor e non solo a causa del radon. Il problema del radon è reso più complesso dal fatto che i sistemi di ventilazione forzata utili per l'inquinamento indoor possono trasformarsi in aspiratori che invece di eliminare il gas lo portano più rapidamente all'interno del fabbricato. Gli aspetti relativi alla qualità dell'aria pongono quindi delle questioni complesse nella progettazione di un edificio.

Modulo: Come penetra questo gas nelle case, negli uffici, o nelle scuole?

G. Zannoni: Il radon è un gas naturale che proviene dal sottosuolo e, quindi, la principale fonte di immissione in un fabbricato è da individuare nella configurazione geologica del sito e nella tipologia di attacco a terra. Fenditure, fori, passaggi tecnici in corrispondenza della chiusura orizzontale inferiore possono diventare canali di accesso preferenziali, ma non bisogna dimenticare che il radon può essere veicolato dall'acqua e anche emesso da materiali come il tufo o altri tipi di pietra che possono provenire da aree geologicamente interessate dalla presenza del gas.

La principale fonte di radon comunque è il terreno e l'afflusso negli ambienti chiusi è dato dalla differenza di pressione che si viene a creare tra interno ed esterno degli edifici, ovvero dal movimento convettivo dell'aria verso l'alto che tende ad aspirare il gas nell'edificio.

Le principali cause della differenza di pressione tra sottosuolo e interno dell'edificio possono derivare dall'effetto camino (differenza di temperatura tra interno ed esterno in funzione della quale si forma una depressione interna data dall'aria calda che sale e richiama aria fredda contenente radon risucchiata dal terreno), da

differenze termiche tra interno ed esterno (soprattutto d'inverno e durante le ore notturne), da particolari situazioni di flussi d'aria che attraversano l'edificio, da ventilazione naturale (estrazione termica) dovuta a difetti di tenuta del sistema involucro (infissi in particolare) o dalla presenza di camini, stufe o altri dispositivi che generino una depressione.

Modulo: E' necessario convivere con il rischio radon o è possibile pensare di risolvere il problema in modo permanente?

G. Zannoni: Per quanto riguarda i rischi per la salute essi sono essenzialmente legati alla durata dell'esposizione e alle concentrazioni del gas; in molti casi le concentrazioni sono al di sotto della soglia minima suggerita dalle normative di riferimento e la sua presenza non risulta più nociva di una radiografia ai denti. In ogni caso è necessario fare una sostanziale distinzione tra edifici esistenti affetti dal gas e edifici di nuova costruzione.

Mentre per i primi è possibile operare solo con tecniche di mitigazione, per i secondi è possibile immaginare una opportuna strategia preventiva che ne elimini quasi completamente la presenza salvo quella inevitabilmente "di fondo" presente in atmosfera che, in Italia, è mediamente stimata attorno ai 70 Bq/m³. Un'accurata progettazione dell'attacco a terra può rivelarsi la più efficace difesa contro l'accesso del gas. Per questa ragione il progetto di architettura e, in particolare, il progetto tecnologico hanno un peso più che rilevante nell'affrontare l'argomento radon.

Modulo: Parlando di tecniche di mitigazione cosa si intende e come possono essere classificati questi tipi di interventi?

G. Zannoni: Negli edifici esistenti affetti da radon non è possibile eliminare totalmente la presenza del gas, ma solo condurla a soglie giudicate di sicurezza. Per questo motivo le

Modulo: Ritiene che la crescente preoccupazione per il "tema radon" sia legata a un allarmismo giustificato dai rischi che l'esposizione al gas può arrecare alla salute o alla maturazione di una consapevolezza che il mondo delle costruzioni deve confrontarsi con nuovi requisiti prestazionali? Si tratta di un problema reale?

G. Zannoni: Ci sono dei fattori che influenzano la nostra qualità di vita e la nostra salute, alcuni certi, altri sotto indagine. Ad esempio non sappiamo ancora se e quanto i campi elettromagnetici, siano dannosi. Il radon invece è sicuramente dannoso, anche se la sua nocività è legata a lunghi tempi di esposizione per cui non si corrono rischi sul breve periodo. Il problema della valutazione del rischio e della maggiore o minore "mobilitazione" della pubblica amministrazione e delle persone in generale è che certi inquinanti "sospetti" li vedi: i tralicci dell'alta tensione o le antenne radio. Il radon è una sostanza naturale, invisibile.

La questione deve essere inquadrata in un più ampio contesto che ha a che fare con le trasformazioni intervenute nei modi di costruire e nella fruizione degli ambienti. Il fatto di trascorrere molto tempo all'interno di edifici che, in funzione delle politiche di contenimento energetico, risultano sempre più "sigillati", quindi privi di quel ricambio naturale di aria garantito

- determinare un valore medio di concentrazione di radon nazionale di 75 Bq/m³, dato da confrontare con il valore medio mondiale stimato dall'UNSCEAR di 50 Bq/m³;

La penetrazione nelle case

La principale fonte di immissione in un fabbricato è da individuare nella configurazione geologica del sito e nella tipologia di attacco a terra.

Venezia Giulia, Lazio e Campania.

Il numero di abitazioni che superano la concentrazione di 200 Bq/m³ rappresentano circa il 5%, mentre quelle che vanno oltre i 400 Bq/m³ sono nell'ordine dell'1%. Questi sono infatti i livelli di

- scoprire una situazione che varia sensibilmente da regione a regione passando da concentrazioni medie dell'ordine di 30-40 Bq/m³ in Basilicata e Liguria fino ad arrivare a concentrazioni intorno a 100 Bq/m³ in Lombardia, Friuli-

azione, indicati dall'Unione Europea, sopra i quali è opportuno prevedere azioni di rimedio.

L'identificazione delle aree del territorio maggiormente interessate dal problema del radon fornisce un importante strumento ai fini dell'attuazione di politiche di prevenzione. Dopo l'indagine nazionale, diverse regioni hanno avviato iniziative orientate all'individuazione delle aree critiche (o "radon prone areas"). La normativa nazionale sui luoghi di lavoro (D.Lgs. 230/95 modificato dal D.Lgs. 241/00, art.10-sexies) richiedeva alle regioni di individuare entro il 31/08/2005, sulla base di dati già disponibili e/o a seguito di campagne di monitoraggio appositamente condotte, le zone a elevata probabilità di alte concentrazioni di radon.

Campagne di misurazione e strategie preventive

La necessità di avere dati certi sulla presenza di radon ha portato a numerose campagne di misu-

tecniche vengono etichettate come "tecniche di mitigazione". In relazione alla situazione temporale nella quale vengono applicate possono essere ipotizzate tre casistiche:

Tecniche Preventive, applicabili in edifici di nuova costruzione impiegando strati di materiale impermeabile, oppure predisponendo canalizzazioni impiantistiche anche senza il completamento dell'impianto (che potrà essere completato in seguito se viene confermata la presenza del gas);

Tecniche Provvisorie, applicabili temporaneamente in costruzioni già realizzate in attesa dell'applicazione di tecniche di rimedio più efficaci e definitive;

Tecniche di Rimedio, applicabili in edifici già realizzati laddove si sia verificata la presenza dell'inquinante a livelli elevati.

Sia nel caso di nuove costruzioni che in costruzioni esistenti, la tecnica di sigillare le crepe e le fessurazioni che si creano durante le fasi costruttive, impermeabilizzando la superficie esterna delle pareti verticali interrate (muri controterra), utilizzando leganti antiritiro a base cementizia in tutti i getti controterra e, soprattutto, prevenendo la depressurizzazione dell'edificio costituisce comunque il principale punto di partenza per evitare l'ingresso del gas.

Modulo: Come agire però quando la situazione appare compromessa e non è possibile prevenire l'ingresso del gas?

G. Zannoni: La tecnica più frequentemente applicata per l'eliminazione dell'inquinante radon è l'aspirazione e ventilazione del volume relativamente vuoto (vespaio) al di sotto del solaio a terra, laddove esistente.

La presenza o la realizzazione sotto la casa di un vespaio ventilato di una certa altezza (da 20 a 100 cm), abbinato a una serie di bucatore perimetrali (circa Ø 100 mm) è una delle soluzioni più efficaci ed economiche. Qualora non

vi sia un vespaio sotto l'edificio la tecnica della depressurizzazione può essere applicata direttamente al terreno collocando un pozzetto all'interno dell'edificio o nell'immediato perimetro a ridosso delle pareti perimetrali. Al pozzetto senza fondo potranno essere collegati una canalizzazione e un aspiratore che richiamino il radon nel pozzetto stesso per poi disperderlo nell'atmosfera e intercettandolo quindi prima che penetri nell'edificio. Al posto dei pozzetti aspiranti possono essere utilizzate le tubazioni orizzontali drenanti eventualmente già esistenti sotto l'edificio per eliminare il rischio di risalita dell'acqua di falda.

Modulo: Qualora non sia possibile intervenire sull'attacco a terra o al perimetro come si può affrontare il problema?

G. Zannoni: In tali casi è possibile costruire un nuovo pavimento sopraelevato con intercapedine dalla quale aspirare l'aria. Anche i locali interrati o seminterrati possono essere utilizzati, laddove non di uso frequente possono diventare dei "grandi pozzetti" di aspirazione deviando il flusso all'esterno prima che penetri nell'abitazione sovrastante.

Se le tecniche di aspirazione non forniscono risultati adeguati è possibile tentare la strada inversa, quella della pressurizzazione del vespaio o del terreno (tramite pozzetto) o del locale interrato.

Anziché aspirare aria sotto l'edificio per intercettare il gas devianone il flusso, la pressurizzazione prevede che il sistema di ventilazione soffi aria all'interno del volume sotto il solaio a terra. Si crea in questo modo una sovrappressione nel volume sottostante l'edificio che tende a contrastare la naturale fuoriuscita del gas dal terreno e impedisce l'innescarsi dell'effetto "aspirante" della costruzione. A questo punto il radon dovrebbe tendere a uscire in altre aree, esterne al perimetro della casa

Modulo: Le tecniche che descrive sembrano, in alcuni casi, piuttosto complesse e legate al lungo periodo. Ha senso porre il problema del rapporto costi-benefici a un tema di questo tipo?

G. Zannoni: Le azioni di mitigazione presentano delle valutazioni di costo assai variabili e determinate fondamentalmente dalla tipologia edilizia che caratterizza la costruzione, dalla tecnologia costruttiva complessiva e, in particolare, da quella che realizza l'attacco a terra dell'edificio.

Nel caso di interventi di sigillatura i costi possono essere contenuti tra i 500 e i 1000 euro (una-due giornate di lavoro).

Nel caso di messa in opera di sistemi di aspirazione, depressurizzazione, ventilazione del vespaio o del suolo il costo si aggira fra i 1000 e i 2500 euro.

Nel caso di strutture complesse può aumentare anche di molto.

Ulteriori costi sono rappresentati dal rifacimento delle eventuali superfici danneggiate dall'intervento.

Nelle nuove costruzioni il costo, in genere, non supera i 1000-1500 euro anche in tipologie costruttive complesse potendo prevedere a priori le posizioni ottimali dei sistemi.

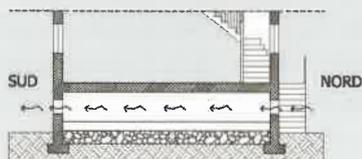
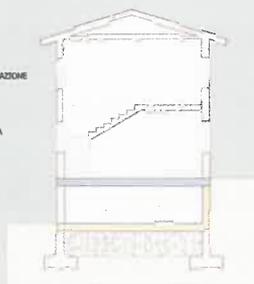
Per esempio in fase di costruzione una membrana impermeabile al radon comporta costi abbastanza limitati nell'ordine di 10-12 euro/m² in opera.

Si devono infine considerare i costi di sopralluogo, progettazione e supervisione da parte di un tecnico progettista che possono essere ipotizzati in circa 1000-1500 (più le eventuali spese) e i costi di monitoraggio pre e post intervento per la verifica dell'efficacia da parte di un laboratorio autorizzato o del dipartimento provinciale dell'Arpa regionale (100-200 euro).

Progettare le difese

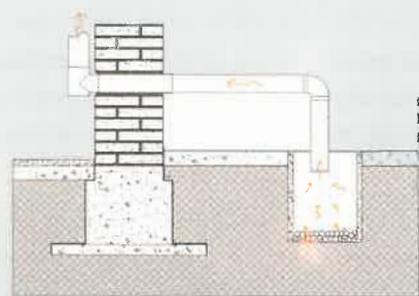
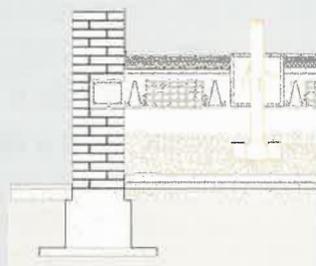
A destra, individuazione dei diversi elementi che compongono l'attacco a terra di un edificio in funzione del controllo dell'ingresso del gas radon.

TERRINO SOTTOFONDAZIONE
 INTERCAPEDINE
 SOLAIO CONTROTERRA
 VESPAIO
 SOLAIO A TERRA

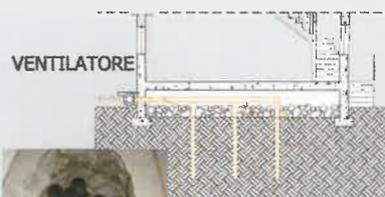


A sinistra, per la ventilazione naturale del vespaio potrebbe essere sufficiente realizzare delle aperture perimetrali sulle pareti verticali comunicanti con il volume del vespaio su due prospetti opposti per innescare un sufficiente moto d'aria. Aperture di circa 100 cm² ogni metro lineare sui prospetti nord e sud con l'accortezza di tenere le aperture a sud leggermente più alte di quelle a nord.

A destra, la messa in depressione del vespaio sotto l'edificio, possibile in assenza di bocchette di ventilazione e in caso di costruzioni parzialmente sollevate dal terreno con intercapedine sottostante, si ottiene collegando il sistema aspirante al volume del vespaio sotto il solaio a terra. Le prestazioni di questa tecnica variano in funzione della dimensione della camera d'aria e del materiale di riempimento (sabbia, ghiaia grossa, macerie incoerenti, vuoto, ecc.) che condizionano la potenza dell'aspiratore.



A sinistra, in assenza di locali interrati o in mancanza di intercapedine sotto l'edificio è possibile posare un pozzetto interrato (o più pozzetti) realizzato con elementi prefabbricati o in muratura a nido d'ape o in plastica al quale è collegato il sistema aspirante. In pratica questo metodo consiste nello scavare una o più buche nel terreno sottostante o circostante la casa dalle quali estrarre l'aria carica di radon.



A destra, la depressurizzazione del suolo tramite tubazioni verticali ha il vantaggio di allargare la superficie di aspirazione e quindi di bonifica grazie a un "pescaggio" più in profondità. Si tratta di una soluzione spesso molto efficace ma più opportunamente classificabile fra le "azioni preventive" data la sua complessità. In taluni casi un risultato sufficientemente efficiente si ottiene anche affiancando più tubazioni verticali ravvicinate nel medesimo scavo.



razione condotte con tempi e modalità diverse in funzione delle varie località geografiche e degli enti preposti alla loro attuazione.

Questa vasta attività conoscitiva ha portato ad un

Progettare le difese

Un'accurata progettazione dell'attacco a terra può rivelarsi la più efficace difesa contro l'accesso del gas.

affinamento dei sistemi di rilevazione che si basano sulla misurazione delle radiazioni emesse nel decadimento radioattivo, prevalentemente sull'analisi delle emissioni

alfa, distinte per:

- la durata temporale del campionamento:
 - istantaneo, per mezzo di un unico prelievo di durata inferiore a un'ora;
 - continuo, effettuato mediante una serie di prelievi contigui tra loro;
 - a integrazione, effettuato senza soluzione di continuità temporale per periodi di diversi mesi

Normative di riferimento

- Nel caso degli ambienti di lavoro l'esposizione al radon dei lavoratori non è considerata volontaria e il datore di lavoro è quindi ritenuto "responsabile" dell'eventuale eccesso di rischio, per cui la Commissione Europea ha ritenuto lecito imporre per legge un sistema di protezione con valori di riferimento.
- Nel caso delle abitazioni invece non essendoci un responsabile, se non il proprietario, risulta più problematico imporre un dispositivo di legge.

Per questo motivo la Commissione Europea ha scelto semplicemente di raccomandare dei livelli di riferimento. In Italia esiste una normativa di riferimento per gli ambienti di lavoro mentre non esiste alcuna normativa sul radon negli ambienti domestici.

Le principali normative italiane e internazionali sono:

- Raccomandazione della Commissione Europea del 21/2/1990 (90/143/Euratom) adotta sostanzialmente il sistema protezionistico proposto dall'International Commission on Radiological Protection (ICRP) nel suo rapporto n. 39 del 1984. Per gli edifici esistenti viene adottato il livello di riferimento pari a una concentrazione media annua di 400 Bq/m³ mentre per gli edifici di nuova edificazione il livello che non dovrà essere superato risulta pari a 200 Bq/m³.
- Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241

Attuazione della Direttiva 96/29 Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Il Decreto Legislativo disciplina organicamente le attività lavorative nelle quali vi può essere un significativo aumento dell'esposizione.

Il livello d'azione adottato, ossia il valore di concentrazione di attività di radon in aria il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio è posto pari a 500 Bq/m³.

