

IL GAS RADON

a cura di Dr. Massimo Moroni - Consulente Ambientale



Download

["Guida al Radon nelle abitazioni"](#)

Premessa

Il Radon e' un gas radioattivo incolore estremamente volatile prodotto dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo a tre diverse famiglie radioattive; essi sono il Thorio 232, l'Uranio 235 e l'Uranio 238. Nella tabella seguente e' riportata la sequenza del decadimento del nuclide piu' abbondante in natura e cioe' l'Uranio 238 responsabile della produzione dell'isotopo Radon 222. Il thorio 232 e l'uranio 235 producono invece rispettivamente il Rn 220 e Rn 219.

Schema di Produzione del Radon 222 - Famiglia dell'Uranio

Isotopo	Radiazione	Emivita
Uranio 238	alfa	4.5×10^9 anni
Torio 234	Beta	24.1 giorni
Protoattinio 234	Beta	1.2 minuti
Uranio 234	alfa	2.5×10^5 anni
Torio 230	alfa	7.5×10^4 anni
Radio 226	alfa	1600 anni
Radon 222	alfa	3.8 giorni
Polonio 218	alfa	3 minuti
Piombo 214	beta	27 minuti
Bismuto 214	alfa e beta	20 minuti
Polonio 214	alfa	1.5×10^{-4} secondi
Piombo 210	beta	25 anni
Bismuto 210	beta	5 giorni
Polonio 210	alfa	136 giorni
Piombo 206		Stabile

Il Radon viene generato continuamente da alcune rocce della crosta terrestre ed in particolar modo da Lave, tufi, pozzolane, alcuni graniti etc. Sebbene sia lecito immaginare che le concentrazioni di Radon siano maggiori nei materiali di origine vulcanica spesso si riscontrano elevati tenori di radionuclidi anche nelle rocce sedimentarie come marmi, marne, flysh etc.

Come gas disciolto viene veicolato anche a grandi distanze dal luogo di formazione può essere presente nelle falde acquifere. Infine è nota la sua presenza in alcuni materiali da costruzione.

La via che generalmente percorre per giungere all'interno delle abitazioni è quella che passa attraverso fessure e piccoli fori delle cantine e nei piani seminterrati. L'interazione tra edificio e sito, l'uso di particolari materiali da costruzione, le tipologie edilizie sono pertanto gli elementi più rilevanti ai fini della valutazione dell'influenza del Radon sulla qualità dell'aria interna delle abitazioni ed edifici in genere.

Alcuni studi nell'ultimo decennio hanno dimostrato che l'inalazione di radon ad alte concentrazioni aumenta di molto il rischio di tumore polmonare. I risultati di tali studi supportano l'opinione che, in alcune regioni europee, il radon può essere la seconda causa in ordine di importanza, di cancro ai polmoni.

Abbiamo i mezzi e le conoscenze per contrastare il pericolo ambientale che l'Organizzazione mondiale della Sanità attraverso l'IARC ha inserito nel Gruppo 1 degli agenti cancerogeni conosciuti. Le autorità locali possono e devono ricoprire un ruolo essenziale. Noi possiamo indicare tre approcci fondamentali:

- approfondire la comprensione della situazione del luogo riguardo i rischi legati alla presenza di radon;
- fornire informazioni alla popolazione;
- aiutare a realizzare soluzioni al problema del radon non appena esso sia stato identificato.

COS'È IL RADON?

Come già detto, il radon si forma in seguito alla disintegrazione dell'uranio, e la sua disintegrazione, a sua volta, dà luogo ad altri elementi radioattivi e infine al piombo, non radioattivo. In termini di classificazione chimica, il radon è uno dei gas rari, come neon, kripton e xenon. Il radon non reagisce con altri elementi chimici. Esso è il più pesante dei gas conosciuti (densità 9.72 g/l a 0°C, 8 volte più denso dell'aria).

Il radon diffonde nell'aria dal suolo e, a volte, dall'acqua (nella quale può disciogliersi). In spazi aperti, è diluito dalle correnti d'aria e raggiunge solo basse concentrazioni. Al contrario, in un ambiente chiuso, come può essere quello di un'abitazione, il radon può accumularsi e raggiungere alte concentrazioni.

BREVE STORIA DEL RADON.

Gli elementi radioattivi naturali sono stati presenti sulla terra dalla sua origine. Gli elementi a vita più breve sono gradualmente scomparsi. Gli elementi radioattivi a vita lunga che sono presenti nel nostro ambiente includono l'uranio, che dà origine al radon. La radioattività non fu scoperta che nel 1898, quando Marie Curie portò avanti le ricerche sul radon. Una parte considerevole del lavoro fu poi compiuta sulla radioattività naturale. Nel 1900, il fisico F. Dorn scoprì che i sali di radio producevano un gas radioattivo, il radon.

In precedente, nel sedicesimo secolo, Paracelso aveva notato l'alta mortalità dovuta a malattie polmonari tra i lavoratori delle miniere d'argento nella regione di Schneeberg in Sassonia (Germania). L'incidenza di questa malattia, in seguito conosciuta come "malattia di Schneeberg", aumentò nei secoli diciassettesimo e diciottesimo, quando l'attività nelle miniere di argento, rame e cobalto si intensificò. Questa malattia fu riconosciuta come cancro ai polmoni nel 1879.

Misure effettuate nel 1901 nelle miniere di Schneeberg rilevarono un'alta concentrazione di radon. Come risultato, fu presto lanciata l'ipotesi di un rapporto causa-effetto tra alti livelli di radon e cancro ai polmoni. Questa ipotesi fu rafforzata da più accurate misure del radon compiute nel 1902 nella miniera di Schneeberg e in altre, in particolare quelle di Jachymov in Boemia, da dove provenivano i minerali usati da Marie Curie. Nondimeno, questi dati non bastarono a convincere tutti, e alcuni scienziati ancora attribuiscono questi tumori ai polmoni ad altri fattori.

L'attività nelle miniere di uranio fu intensificata dal 1940, ma i livelli di radon non furono misurati regolarmente che dal 1950.

Esperimenti su animali compiuti dal 1951 dimostrarono la potenziale carcinogenità del radon per i polmoni delle specie testate. Rilevamenti epidemiologici tra i minatori di uranio, dalla metà degli anni sessanta, hanno infine confermato questo potenziale sull'uomo. Nel 1967 il Congresso Federale per la Ricerca degli Stati Uniti ha proposto delle raccomandazioni per controllare i rischi correlati alle radiazioni in miniera.

Nonostante non ci fossero più dubbi sulla realtà del pericolo (l'Organizzazione Mondiale per la Salute confermò ciò nel 1988), fu ancora necessario quantificare il rischio in termini di intensità di esposizione, per definire appropriati livelli di protezione. A tal fine, numerosi rilevamenti epidemiologici sono stati effettuati negli anni '80 in varie nazioni, non solo tra lavoratori di miniere di uranio, ma anche di stagno e di ferro. Tali rilevamenti portarono a conclusioni convergenti. Tuttavia, alcune questioni (quali la rispettiva influenza della durata e dell'intensità dell'esposizione, l'influenza dell'età e precise quantificazioni del rischio), non sono ancora state risolte e richiedono ulteriori studi.

Nonostante il premio Nobel per la fisica Ernest Rutherford aveva fatto notare sin dal 1907 che ognuno inala del radon ogni giorno, misure di radon non furono effettuate nelle case prima del 1956 (in Svezia). L'alto livello di radon

rilevato in alcune case riscosse poco interesse in campo internazionale, perché il problema fu considerato esclusivamente locale. Soltanto 20 anni dopo si iniziarono studi sistematici su larga scala in numerose nazioni, che mostrarono che l'esposizione era generale e si potevano raggiungere livelli molto alti, comparabili a quelli delle miniere.

La Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica (ICRP) sottolineò la vastità del problema per la salute pubblica e formulò specifiche raccomandazioni sulla pubblicazione numero 65 del 1993.

L'ipotesi di un legame tra alte concentrazioni di radon e cancro ai polmoni fu messa in primo piano molto presto nel ventesimo secolo. La dimostrazione scientifica di questo legame è molto recente ma definitiva. Soltanto negli ultimi 10 anni abbiamo potuto affermare che il radon può essere alla base dei più grandi problemi di salute pubblica. Le autorità locali, sostenute dalle autorità responsabili della salute pubblica, devono valutare l'entità del problema alla luce dell'architettura locale e delle condizioni geologiche e aiutare a realizzare misure preventive per ridurre il rischio.

RADIOATTIVITÀ NATURALE E ARTIFICIALE.

Per provvedere a una migliore valutazione del livello di pericolosità del radon, è utile confrontare l'esposizione dell'uomo alla radioattività dovuta al radon con quella di diversa origine. In generale si può affermare che il radon costituisce la maggiore causa di esposizione alle radiazioni.

Radioattività naturale.

La radioattività naturale ha una duplice origine: nello spazio, dal quale riceviamo la radiazione cosmica, e nella crosta terrestre, che contiene gli elementi radioattivi primordiali che sono contemporanei alla formazione della terra, compresi quelli che danno origine al radon.

I raggi cosmici e gli elementi radioattivi della crosta terrestre sono la causa di due tipi di esposizione: Interna, tramite l'entrata nel corpo umano di elementi radioattivi, ed esterna, dall'irradiazione.

L'intensità della radiazione cosmica varia con l'altitudine: Le popolazioni che vivono in regioni montane possono ricevere dosi da due a tre volte maggiori di quelle ricevute al livello del mare. Anche i viaggi aerei espongono i passeggeri alle radiazioni cosmiche. Tuttavia, la radiazione cosmica contribuisce ben poco all'esposizione interna.

L'esposizione esterna dovuta agli elementi radioattivi terrestri dipende dalla loro concentrazione nel suolo e quindi varia con la posizione geografica. Bisognerebbe notare che in una data regione, l'esposizione all'interno degli edifici è relativamente indipendente dal livello prevalente di radiazione all'esterno, nella misura in cui il materiale da costruzione agisce come uno schermo (anche se gli stessi materiali da costruzione possono essere sorgente di radiazione).

L'esposizione interna è dovuta principalmente all'inalazione e all'ingestione. Così come la concentrazione dei vari elementi radioattivi naturali, differisce largamente tra diverse zone, anche l'esposizione interna varia (con alcune eccezioni). Un fattore addizionale in queste variazioni è la diversità della dieta. Per quanto riguarda l'inalazione, il radon e i prodotti del suo decadimento sono gli elementi di gran lunga più importanti.

Radioattività artificiale.

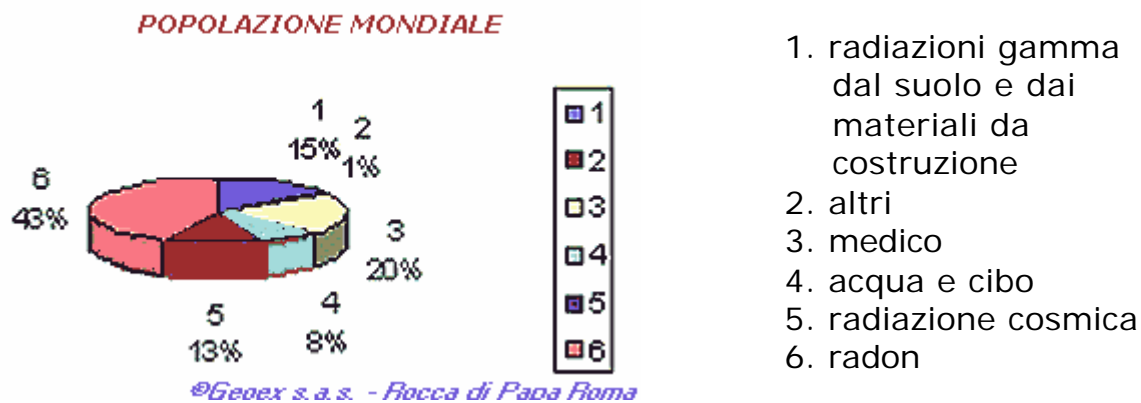
La radioattività artificiale ha diverse origini. La più importante è l'irradiazione medica a fini diagnostici e la radioterapia. Il suo contributo all'irradiazione totale può variare di molto, essendo dipendente delle pratiche mediche seguite in ogni Paese.

Altre origini sono.

- elementi radioattivi entrati nell'atmosfera in seguito a esperimenti atomici, cessati nella metà degli anni settanta;
- effluenti dell'industria delle polveri nucleari e attività di ricerca;
- in alcune regioni d'Europa, residui dell'incidente di Chernobyl o altri incidenti.

L'esposizione alla radioattività può essere esterna o interna.

Questa esposizione dipende degli elementi radioattivi o dal tipo di radiazione coinvolta.



Il radon e i prodotti del suo decadimento sono la principale causa di esposizione alla radioattività naturale.

La quantità di radioattività associata ad ogni tipo di materiale o ambiente è misurata in bequerels (Bq). 1Bq corrisponde a una disintegrazione al secondo. Una concentrazione di 100 Bq/m³ significa quindi che 100 atomi si disintegrano ogni secondo in 1 m³ di materiale o ambiente in questione.

LE VIE DELL'ESPOSIZIONE AL RADON

Poiché la concentrazione del radon all'aria aperta è bassa e in media le persone in Europa trascorrono la maggior parte del loro tempo in casa, il rischio per la salute pubblica dovuto al radon è essenzialmente correlato all'esposizione a questo gas all'interno delle abitazioni.

Parecchi suoli contengono naturalmente quantità variabili di uranio, che regola la quantità di radon rilasciata. Il radon diffonde attraverso i pori e le spaccature del suolo, trasportato dall'aria o dall'acqua (nella quale è solubile).

Dato un certo contenuto di radon nel suolo, la quantità di gas rilasciata varia in dipendenza della permeabilità del suolo (densità, porosità, granulometria), del suo stato (secco, impregnato d'acqua, gelato o coperto di neve) e dalle condizioni meteorologiche (temperature del suolo e dell'aria, pressione barometrica, velocità e direzione del vento). In più, la concentrazione di radon decresce rapidamente con l'altitudine.

L'acqua sotterranea, i gas naturali, il carbone e gli oceani sono altre fonti minori di radiazioni.

E' quindi chiaro che il radon è universalmente presente, ma la velocità di emissione varia significativamente nel tempo, anche per uno stesso luogo. A livello regionale o locale, indipendentemente dalle condizioni prevalenti in un dato periodo, il fattore che più influenza il rilascio di radon (vedi figura) è la geologia (p.e. il contenuto di uranio delle rocce). In parole povere è più facile che contengano radon i terreni granitici e vulcanici, così come le argille contenenti alluminio. Ci sono eccezioni a ciò, tuttavia: si possono trovare miniere di uranio in terreni sedimentari, o radon in suoli calcarei. La maggior parte del radon presente in una casa proviene dal suolo sul quale essa è costruita. Se il basamento ha un pavimento di fango, il radon può penetrare facilmente. Se il pavimento è di cemento, il radon penetra attraverso le spaccature che si formano con il tempo, lungo le tubature o attraverso le giunture tra i muri.

Il radon può anche provenire - in misura minore - dai muri, se essi sono stati edificati utilizzando materiali radioattivi (tufi vulcanici, per esempio) o dai rubinetti, se l'acqua contiene del radon disciolto.

Il radon emesso all'interno di una casa tende a restare lì. Se non si prendono misure speciali, la pressione all'interno di una casa è leggermente più bassa che all'esterno. L'aria interna tende a stagnare piuttosto che a rinnovarsi. Si può facilmente confermare questo in inverno ponendo la mano vicino allo stipite di una finestra: una corrente di aria fresca, più o meno intensa secondo la larghezza della fessura, si può chiaramente percepire all'interno della casa, ma non all'esterno.

Per un dato terreno, e indipendentemente dal tempo, la concentrazione finale di radon in una casa è quindi dipendente dal tipo di costruzione. Dipende anche, in larga misura, dalla ventilazione, sia passiva (cattivo isolamento) che attiva (aprire le finestre a intervalli lunghi o brevi, per esempio). Il ruolo ricoperto dalle condizioni meteorologiche (vento, pressione barometrica, umidità) spiega non solo le variazioni stagionali della

concentrazione di radon in una data casa, ma anche le differenze osservate tra i livelli diurni e notturni.

MISURE DELLE CONCENTRAZIONI DOMESTICHE DI RADON IN EUROPA.

Il rischio correlato alla presenza di radon ha causato un aumento del lavoro dei ricercatori, degli esperti e dei responsabili della salute pubblica. Per valutare l'entità del problema, sono state effettuate misure di livelli di radon nelle case in quasi tutti i Paesi europei negli ultimi 10 anni. E' stato rilevato che un basso livello medio nazionale non esclude l'esistenza di aree limitate ad alta concentrazione di radon. In molti casi la Commissione Europea ha appoggiato la realizzazione di queste campagne.

La Comunità Europea infatti, con la [Raccomandazione n. 143 del 21 febbraio 1990](#) ha stabilito criteri per la protezione del pubblico contro l'esposizione indoor al Radon. La direttiva [CEE 106/89](#) si può inoltre considerare una norma quadro per la regolamentazione dell'impiego dei materiali edili permanentemente incorporati in opere di costruzione.

In ambito Nazionale l'ENEA ha svolto una serie di ricerche in alcune zone di Roma e dell'Alto Lazio che evidenziano una presenza di Radon molto variabile tra i 100 e 400 Bq/m³ (Bequerel al metro cubo) con punte di 1000 ed oltre Bq/m³ contro una media nazionale di circa 80 Bq/m³.

Considerato che una dose di 50 Bq/m³ corrisponde ad una dose di radiazioni circa tre volte maggiore a quella che mediamente si riceve nel corso della propria vita per lo svolgimento di indagini mediche, si può ben comprendere come tale prodotto di decadimento costituisca un vero pericolo per l'uomo.

I RISCHI POSTI DAL RADON.

Sia gli studi sull'uomo (studi epidemiologici) che quelli sugli animali (studi sperimentali) hanno approdato a una conclusione evidente: il rischio posto dal radon è quello di cancro ai polmoni.

Studi sui minatori.

Lo sviluppo dell'industria delle armi e dell'energia nucleare dopo la Seconda Guerra Mondiale ha fatto sì che molti Paesi cominciarono l'estrazione mineraria dell'uranio, con il risultato che molti lavoratori fossero esposti al radon. Anche i lavoratori di altri tipi di miniere (miniere di ferro in Svezia o di stagno in Cina) sono stati esposti largamente al radon quando si trovavano ad operare in strati geologici ricchi in uranio. Sono stati realizzati numerosi studi sullo stato di salute di questi lavoratori, tenendo conto della loro esposizione al radon per vari decenni.

Sono state raggiunte conclusioni convergenti: il radon senza dubbio aumenta il rischio di tumore ai polmoni nei minatori. Inoltre, misurando i livelli di esposizione raggiunti da questi lavoratori, è stato possibile stimare in che misura il rischio di tumore ai polmoni aumenta con l'esposizione. Anche qui i vari studi approdarono a risultati molto simili.

Gli studi sui minatori coprono dichiaratamente una fascia particolare di popolazione, quella degli uomini che in età adulta sono stati esposti per periodi relativamente brevi (p.e. 40 ore a settimana) e per un numero limitato di anni. In più, i minatori sono esposti ad altri fattori che possono ricoprire un ruolo nell'incidenza di tumore ai polmoni, poiché essi, per definizione, lavorano in un'atmosfera carica di polveri. Inoltre i minatori studiati erano frequentemente fumatori, e il rischio di cancro ai polmoni legato al fumo è ben conosciuto.

Al contrario, i membri della popolazione (entrambi i sessi e tutte le età) sono continuamente esposti al radon. In media, fumano meno e respirano aria più pura. Queste differenze giustificano lo studio dei rischi collegati alla presenza di radon nelle case. In effetti, il grado e l'urgenza delle misure preventive che devono essere prese dipendono dalla grandezza del rischio che un determinato livello di esposizione implica (tenendo conto dell'età, del sesso e di altri fattori). Tali studi sono in corso in molti Paesi. (Sono particolarmente complessi, e ciò spiega i risultati a volte contraddittori. In capo a pochi anni disporremo di una quantità di nuovi risultati che offriranno una risposta alle domande ancora aperte).

E' stato largamente dimostrato che il fumo del tabacco è responsabile della gran parte dei tumori ai polmoni negli uomini e nelle donne. Studi sugli effetti combinati dell'esposizione al radon e al fumo delle sigarette mostrano che l'effetto totale di tali esposizioni è molto maggiore della somma dei due effetti. In altre parole il fumo aumenta considerevolmente il rischio di tumore ai polmoni correlato al radon, e viceversa. In più, il radon da solo è la seconda causa di cancro al polmone dopo il tabacco.

UN SERIO PROBLEMA PER LA SALUTE PUBBLICA.

Ci sono ancora aree di incertezza:

- L'influenza dell'età sul tempo di esposizione: sono forse le persone più giovani più sensibili delle più anziane?
- Le stime correnti del rischio per un dato livello di esposizione, al di là del fattore età, possono variare di un fattore tre, secondo lo studio.
- La rispettiva influenza della durata e dell'intensità dell'esposizione non è ancora chiaramente quantificata. Non è certo che essere esposti a 400 Bq/m³ per 10 anni comporti gli stessi rischi che essere esposti a 4000 Bq/m³ per un anno.

I risultati degli studi in corso potrebbero, tra pochi anni, fornire una risposta ad alcune di queste domande. Nondimeno, possiamo ora concludere, sulla base delle conoscenze attuali, che l'esposizione al radon nelle case pone un considerevole problema per la salute pubblica.

In un Paese come la Francia, dove la concentrazione media di radon è a un livello intermedio rispetto agli altri Paesi europei, Si stima che il 10% dei decessi per cancro ai polmoni sia dovuto al radon. In fatti, in dipendenza dalle assunzioni fatte e dai metodi di calcolo usati, tra 1000 e 6000 decessi ogni anno potrebbero essere attribuibili all'esposizione al radon in Francia.

Le autorità britanniche, dal canto loro, stimano che ogni anno circa 2000 decessi per cancro ai polmoni sono dovuti al radon nel Regno Unito, dove la concentrazione media di radon è inferiore ma il tumore ai polmoni è più frequente.

Non possiamo quindi tentare di dissipare questi dubbi, ma ci sono strade relativamente semplici ed economiche per ridurre di molto la concentrazione di radon nelle case e ridurre il rischio.

PREVENZIONE.

Prima di costruire un edificio, bisogna tener conto del rischio legato al radon. Le regole principali possono essere nazionali, regionali o locali. Devono essere fatte rispettare.

Per vecchie case, si può prendere un insieme di misure correttive di varia semplicità e costo, in dipendenza della concentrazione di radon in una particolare casa. Queste misure sono descritte in dettaglio tra i dati tecnici annessi.

Le concentrazioni di radon che devono essere raggiunte tramite misure correttive o preventive possono differire, secondo se un edificio esiste già o è in fase di progetto. Ci sono "valori raccomandati", "valori guida" o "livelli d'azione", che variano da un Paese all'altro.

Le stesse regolamentazioni possono essere applicate a edifici non abitati permanentemente (posti di lavoro e scuole), tranne che per il fatto che i livelli di azione devono essere valutati in termini di tempo massimo di occupazione. Si stima che la cittadinanza europea in media trascorra 19.2 ore al giorno (l'80% del suo tempo) all'interno! E' dunque legittimo interrogarsi riguardo l'opportunità di applicare le stesse regole agli ambienti nei quali le persone trascorrono non più di alcune ore ogni giorno.

In pratica, la Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica consiglia di applicare identici livelli di azione alle case e agli edifici pubblici dove la gente trascorre un tempo apprezzabile (scuole, ospedali, centri residenziali). D'altra parte, quando il tempo trascorso dalla gente in un luogo è limitato, come in uffici, librerie e teatri, non sono richiesti particolari provvedimenti.

METODO DI INDAGINE.

Il monitoraggio in ambienti confinati o esterni del RADON si effettua con l'ausilio di un dispositivo specifico per questo gas. Tale dispositivo portatile può essere facilmente installato negli ambienti da monitorare e registra il valore istantaneo o nel tempo della concentrazione.

Chiunque abiti in una zona presumibilmente a rischio dovrebbe effettuare una verifica della concentrazione di Radon nell'ambiente domestico. Negli Stati Uniti le abitazioni con un tenore di Radon superiore a 4 PCi/l sono praticamente invendibili.

Le Agenzie Immobiliari inoltre, prima di accettare l'incarico di vendere un immobile, eseguono o fanno eseguire una indagine accurata certificando successivamente in sede di rogito, la salubrità del sito.

Dal momento che elevate concentrazioni di Radon sono particolarmente dannose per i bambini sarebbe auspicabile che anche nel nostro paese, le scuole di ogni ordine, ma in particolare le materne, elementari e medie, fossero monitorate come già accade in altri paesi.

La conoscenza della distribuzione di Radon nei gas del suolo consente la predisposizione di vere e proprie mappe di rischio. Tali mappe sono state elaborate per esempio in Svezia e di fatto sono state inserite nel contesto della pianificazione Urbanistica del Territorio.

In particolare le aree più a rischio sono prevalentemente quelle di origine Vulcanica con profonde faglie tettoniche (come ad esempio l'area dei Castelli Romani) e falde acquifere a servizio di uno o più Comuni e quindi di grande rilevanza sulla sanità pubblica in caso di contaminazione.

RACCOMANDAZIONI

Si può procedere in maniera ordinata, evitando di allarmare la popolazione non fornendo vie pratiche per risolvere il problema. Il primo passo è quindi la stima della serietà del problema, e l'incoraggiamento ad altri a fare ciò. L'iniziativa può essere a livello nazionale, locale o individuale. In tutti i casi la cittadinanza deve essere informata.

Raccomandazione 1

Valutazione dell'esposizione.

Studi cartografici nazionali o regionali possono fornire dati utilizzabili a livello locale. Tuttavia, in alcuni casi, questi dati possono essere inesistenti o inadeguati. Soltanto un gruppo di specialisti può decidere se sono necessarie ulteriori misure per ricavare statisticamente conclusioni valide a livello locale. Le autorità per la salute locale o gli istituti nazionali di ricerca hanno tali gruppi di specialisti disponibili.

In una stessa località, la situazione può variare considerevolmente da un edificio a un altro. Nelle aree valutate a rischio geologico, può essere necessario effettuare misure nelle singole case. È compito delle autorità locali incoraggiare i privati a provvedere nelle loro case, fornendo loro gli indirizzi delle compagnie specializzate.

Raccomandazione 2

Prevenzione e correzione.

È spesso più economico analizzare i problemi che il radon può porre prima di costruire un edificio. Le precauzioni da prendere varieranno, secondo la natura del suolo e del sottosuolo. Ogni autorità locale dovrebbe avere una lista di esperti da consultare prima di iniziare i lavori di costruzione.

Quando si rileva una alta concentrazione di radon in un edificio già esistente, le sue vie di accesso devono essere identificate ed eliminate. Il ruolo dell'autorità locale in questo caso è:

- tenere una lista di individui qualificati ad identificare i punti di entrata del radon nelle case e compiere i lavori necessari;
- incoraggiare i privati ad effettuare i lavori necessari;
- analizzare e, se necessario, ridurre le concentrazioni di radon negli edifici di cui è responsabile.

Raccomandazione 3

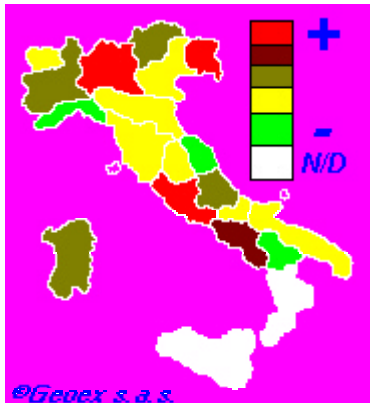
Informazione.

Se gli studi mostrano un rischio collegato al radon inusualmente elevato, la cittadinanza deve esserne informata. Bisogna ricordare che il rischio, anche in una casa in cui la concentrazione sia particolarmente elevata, è funzione del tempo di esposizione. In altre parole, gli abitanti di tale casa devono essere avvisati dei rischi che corrono, ma non è necessario che la casa sia evacuata immediatamente: il rischio consiste nella grandezza della dose complessiva ricevuta in un lungo periodo. Bisogna dare il giusto impulso, con l'aiuto di specialisti, perché la gente entri in azione, senza causare ingiustificati allarmismi.

Per chiedere informazioni sul Radon.

GEOEX s.a.s. Via Colli del Vivaro snc – 00040 Rocca di Papa Rome - Italy
Tel. e fax +06.944.36.470 www.radon.it

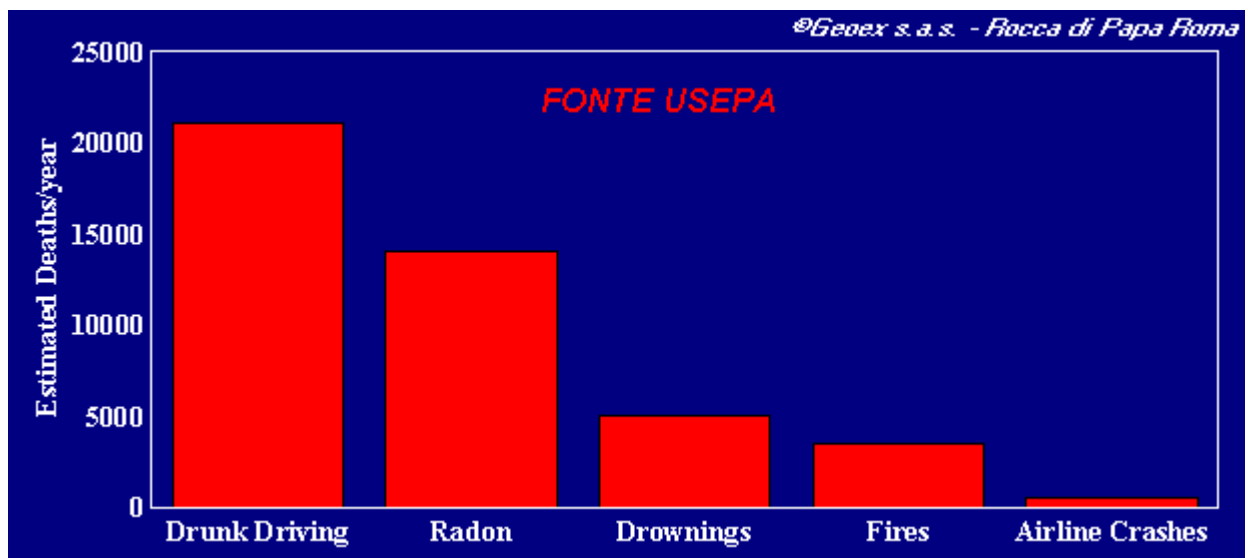
DISTRIBUZIONE IN ITALIA



Le aree della cartina indicano la presenza di Radon sulla base di ricerche eseguite e delle generali caratteristiche geologiche.

Variazioni significative esistono comunque all'interno di un'area e anche tra case adiacenti.

CASI DI MORTE PER RADON ED ALTRE CAUSE IN USA



In Italia la concentrazione di Radon nelle abitazioni non è normata. Secondo stime dell'EPA Ente per la Protezione dell'ambiente americano la presenza di Radon pari a $4\text{Pci/L} = 148\text{ Bq/m}^3$ provoca 28 morti per cancro ogni 1.000.000 di abitanti all'anno. La Comunità Europea ha emanato una Raccomandazione che pone a 200 Bq/m^3 il limite per le nuove costruzioni ed a 400 Bq/m^3 il limite per quelle esistenti. Tale norma non ha però valore di Legge essendo una Raccomandazione.

IN USA SI STIMA IL RADON COME SECONDA CAUSA DI MORTE PER CANCRO AL POLMONE DOPO IL FUMO